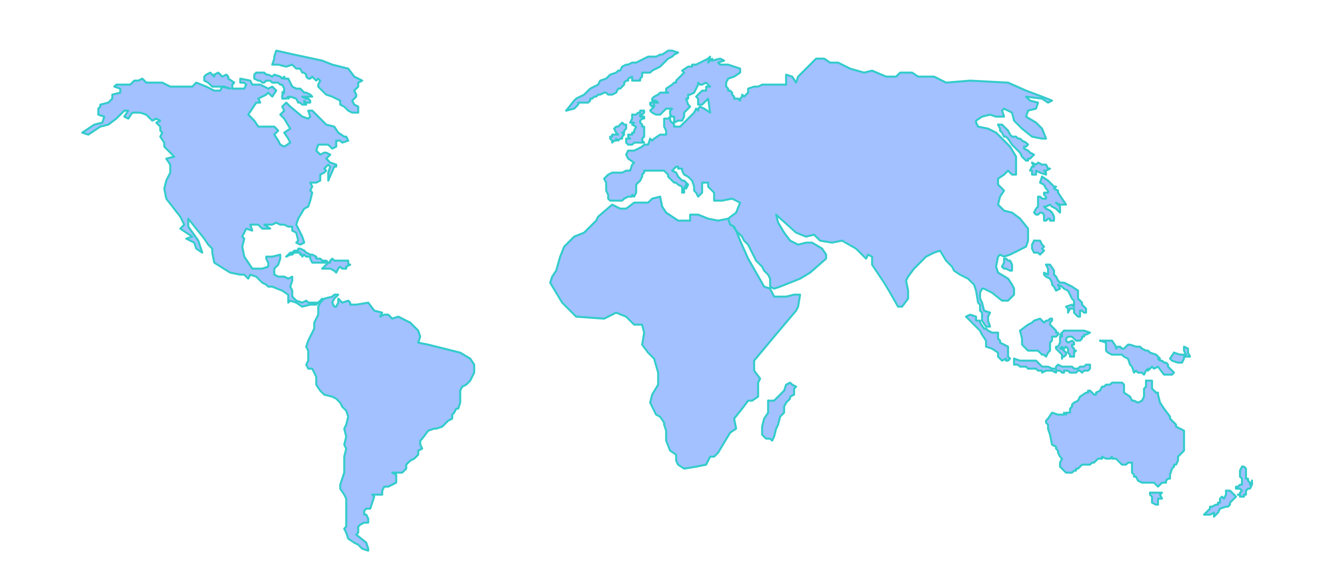


Section de l'analyse des marchés

Potentiels de commerce entre économies hétérogènes : un petit mode d'emploi des modèles de gravité

Document de recherche appliqué

Novembre 2001



Potentiels de commerce entre économies hétérogènes :

un petit mode d'emploi des modèles de gravité

Lionel Fontagné (CEPII et TEAM)

Michael Pajot (TEAM, Université de Paris I et CNRS)

Jean-Michel Pasteels (CCI, Centre du Commerce International CNUCED/OMC)

(Document technique)

Document de recherche appliqué

Section de l'analyse des marchés

CCI



Centre du commerce international CNUCED/OMC
GENEVA
Novembre 2001

M.DPMD/01/0134

Résumé

Deux forces concurrentes déterminent l'intensité des échanges commerciaux entre pays: leur revenu et leur taille qui constituent des forces d'attraction et les forces de résistance que représentent la distance et les obstacles variés au commerce. Des combinaisons variées de variables macro-économiques, comme les PNB et les populations, avec la distance géographique ou l'existence de frontières communes sont par conséquent de bons prédicteurs des potentiels et des types d'échanges.

Au bénéfice d'une base théorique désormais bien établie et d'une exigence minimale en termes de données les équations de gravité, qui combinent les variables venant d'être évoquées, sont devenues l'un des instruments les plus populaires d'analyse du commerce international. Et le calcul des potentiels de commerce en est l'application la plus répandue. Il s'agit alors d'estimer une équation de ce type, puis de l'utiliser en simulation. Cela permet d'obtenir le niveau "naturel" des échanges entre n'importe quelle paire de pays, au niveau agrégé ou pour de grands secteurs.

De nombreuses difficultés sont toutefois inhérentes à ce type de méthodologie. Cet article les examine et propose des solutions originales, concernant notamment la non-linéarité de la relation entre revenu et commerce. Une estimation sur un échantillon comprenant à la fois des pays en développement et des pays industrialisés déboucherait sur des résultats erronés. En particulier, si l'échantillon d'estimation ne comprend que des pays OCDE, il sera impossible d'utiliser en dehors de cet échantillon les élasticités obtenues.

Ces problèmes sont examinés ici en utilisant un modèle de gravité appliqué à des pays hétérogènes (OCDE *vs*. en développement). Des données en coupe pour 1995-96 sont mobilisées pour 75 pays échangeant dans 14 secteurs regroupant 261 industries définies aux niveaux 3 et 4 de la CTCI.

Trade Potential Among Heterogeneous Countries: A Short User's Guide

Abstract

The two opposite forces which determine bilateral trade between countries are their income and activity levels, and the extent of impediments to trade. Various combinations of macro-economic variables such as gross domestic product and population with geographic distance or the existence of borders are accordingly powerful predictors of trade potential and trade patterns.

Due the combination of strong theoretical basis and low data requirement, gravity equations, which combine the previous elements, are one of the most popular tools in empirical studies in international trade. Calculating trade potential is certainly the most widely used application of gravity equations: a gravity equation explaining bilateral exports within a sample of countries is estimated and is used in simulation to obtain natural bilateral trade between any two countries. Such a methodology can be applied either at the aggregated or industrial level, but has not yet been extensively been implemented on an industrial basis.

This paper sheds light on numerous difficulties in such a methodology. In particular, there are strong non-linearities, especially in the impact of income per capita on trade and when the sample entails both LDC and OECD countries. In this context, the estimators will behave poorly. It is unadvised to apply elasticities calculated on a sample of OECD countries to non OECD countries.

These issues are tackled here by applying a gravity model to heterogeneous countries (OECD

countries and developing countries). Using cross sectional estimates (1995-96), we consider the breakdown of 75 declaring countries bilateral trade into 14 clusters, entailing 261 industries (defined at the 3 and 4 digit of the SITC).

Introduction

Le modèle gravitationnel des échanges est devenu au cours des deux dernières décennies un outil standard de modélisation du commerce international. La multiplicité des applications de ce modèle a favorisé sa très large diffusion. Il permet de rendre compte du volume des échanges bilatéraux ainsi que de leur nature. Il peut également être utilisé pour mesurer les effets de création ou de détournement d'échanges associés à la formation des unions douanières, ou encore pour évaluer le degré de distorsion des échanges. On relève également de nombreuses applications à la modélisation des flux (ou stocks) bilatéraux d'investissements directs à l'étranger voire d'investissements de portefeuille (Portes et Rey, 2000). Dans ce dernier cas, c'est naturellement la « géographie de l'information » qui est en cause, non les coûts de transport. Rose (2000) et Engel et Rose (2001) ont enfin utilisé une telle approche pour évaluer le potentiel de création d'échanges associé au passage à la monnaie unique.

Ce succès serait lié à ce que le modèle de gravité des échanges combine simplement une identité comptable à deux hypothèses (Haveman et Hummels, 1999). L'une relative aux préférences des consommateurs (qui veulent consommer toutes les variétés), l'autre relative à la spécialisation complète (chaque bien/variété n'est produit que dans un seul pays et chaque bien est différent). Cette ambiguïté disqualifierait alors le modèle en matière de test empirique des théories.

En dépit des critiques dont il fait l'objet (Hummels et Levinsohn, 1995 ; Evenett et Keller, 1998), le modèle gravitationnel reste un outil irremplaçable de calcul des potentiels d'échanges bilatéraux, définis comme la fraction du commerce « normal » -- déterminé par les conditions macro-économiques des pays considérés – absente des statistiques. De ce point de vue, le premier apport de cet article sera d'examiner la sensibilité des méthodes de calcul des potentiels de commerce bilatéraux à un certain nombre d'hypothèses le plus souvent implicites et de proposer des solutions pratiques, notamment en présence de résidus importants. Nous nous proposons ainsi d'ouvrir la boîte de Pandore, afin d'alerter les utilisateurs des problèmes sous-jacents.

Dans le même esprit, la robustesse de la méthode proposée sera évaluée en s'appuyant sur un exercice particulièrement difficile : la modélisation des exportations des pays en développement. Cet exercice revêt une importance toute particulière lorsque l'on sait que l'éloignement du « centre » peut constituer un frein au développement (Henderson, Shalizi et Venables, 2000). On estimera le potentiel aussi bien à un niveau global (les exportations totales d'un pays déclarant vers ses différents partenaires) qu'à un niveau sectoriel. Cet exercice de simulation soulignant les apports et limites de ce type de méthodologie constituera notre second apport.

Ainsi, cet article n'a-t-il d'autre prétention que de constituer un *petit mode d'emploi* à l'attention des utilisateurs des modèles de gravité. Il a été inspiré par la mise en place du plus large modèle de calcul des potentiels d'échanges sectoriels des pays en voie de développement. Les principaux résultats de ce modèle opérationnel, intitulé *TradeSim,* sont disponibles sur Internet[1]. Le lecteur intéressé par les autres applications du modèle de gravité pourra consulter l'encadré 1.

Le reste de l'article est organisé comme suit. La première section s'intéresse au débat suscité par la combinaison d'un grand pouvoir explicatif du modèle avec l'absence initiale -- devenue multiplicité -- de fondements théoriques des spécifications retenues. La section suivante présente

[1] Sur le site du CCI : http://www.intracen.org/menus/countries.htm

les principes de calcul des potentiels d'échanges. On conclut à la nécessité d'une spécification appropriée aux pays en développement, examinée dans la troisième section. Une dernière section illustre les résultats de la méthode en examinant trois cas.

Encadré 1 : Applications du modèle de gravité

1- *Effets de création de détournement d'échanges au sein des unions douanières :*

Les résultats obtenus diffèrent largement selon les auteurs et les méthodes. Haveman et Hummels (1998) dressent le bilan très contrasté des résultats obtenus pour le Marché commun : Bikker (1987) observe un biais vers les pays tiers au début de la création du marché commun, disparaissant par la suite. A l'inverse Aitken (1973), Brada et Mendez (1983) ou Bayoumi et Eichengreen (1995) parviennent à des conclusions symétriques. Frankel et Wei (1993) n'obtiennent quant à eux aucune conclusion tranchée. Bayoumi et Eichengreen confirment l'existence d'un effet combiné de détournement et de création d'échanges dans le cas européen. Sur la base d'une spécification en différence première d'un modèle gravitaire très simple, ils expliquent les échanges bilatéraux totaux entre 21 pays industriels sur la période 1953-1992. Ils capturent l'effet de détournement versus création d'échanges en introduisant des variables muettes pour la CEE et l'AELE. Ils montrent que les détournements d'échanges apparaissent plutôt au début de l'existence de ces deux unions régionales. Chaque élargissement a conduit à une réplication des deux types d'effets. Une partie de l'explication de ces résultats décevants est liée à des spécifications comportant des variables omises. Ce problème est partiellement résolu par Bayoumi et Eichengreen qui utilisent une équation estimée en différences premières. Ceci permet de ne pas introduire d'effets fixes mais ne résout pas le problème de variables omises variant au cours du temps. L'explication donnée par Haveman et Hummels constitue une critique plus radicale de la méthode : ayant défini, de façon aléatoire, des blocs commerciaux de 10 pays, ils introduisent les classiques variables muettes d'appartenance aux blocs et mettent en évidence un effet de détournement de commerce. Selon eux, ceci tiendrait à l'absence de contrôle de l'importance des échanges multilatéraux : l'utilisation de parts de commerce bilatéraux permet d'assurer la correction nécessaire et de montrer que le marché commun n'a pas été à l'origine d'un détournement d'échanges. Soloaga et Winters (1999) considèrent 9 accords commerciaux préférentiels et mesurent leur impact en termes de création de commerce avant et après la vague de renouveau du régionalisme du début de la décennie 90. Ils introduisent 3 indicatrices dans un modèle gravitaire estimé en coupe pour 17 années consécutives depuis 1980 : importateur et exportateur dans l'accord, importateur seul dans l'accord, exportateur seul dans l'accord. La première indicatrice est censée rendre compte de la création d'échanges intra-zone, les deux autres rendent compte du degré d'ouverture du bloc. Pour l'UE, l'AELE et l'ASEAN l'impact du régionalisme sur les échanges intra-blocs serait négatif. Pour les autres blocs le résultat inverse est obtenu. Et pour l'UE un effet de détournement d'importations est obtenu. Le modèle est estimé sur 58 pays sans précaution d'échantillonnage.

2- *Super-Régionalisme* :

Les préoccupations empiriques précédentes rejoignent naturellement le débat sur le caractère naturel ou super naturel du régionalisme (Krugman 1991). Les échanges intra-régionaux ont-ils dépassé l'intensité naturelle que leur confère la géographie, l'histoire ou le poids des économies ? Eaton et Tamura (1994) modélisent les échanges et les investissements directs du Japon et des Etats-Unis avec une centaine de partenaires, en panel. Ils mettent en évidence l'importance de la dimension régionale dans la détermination des flux des deux types. L'effet correspondant est identifié par Frankel et Wei (1993) : toutes choses égales par ailleurs, deux membres de l'APEC commerceront 4 à 5 fois plus entre eux que dans un monde complètement multilatéral. En ce qui concerne la Communauté européenne, la variable d'intégration régionale n'est pas significative en 1980, elle le devient en 1985 mais les échanges ne sont "que" 50% plus élevés que la normale.

3- *Autres applications* :

Les modèles intégrant des variables gravitaires ont récemment débouché sur de multiples autres utilisations dans le débat sur le régionalisme. Fontagné et Pajot (1999) soulignent la complémentarité entre Investissement Direct à l'Etranger et commerce; Head et Mayer (2000) mettent en évidence de forts effets frontière au sein du Marché unique; Bénassy-Quéré, Fontagné et Lahreche-Revil (2000) montrent que la géographie compte pour la détermination des frontières des arrangements monétaires; enfin Rose (2000) montre que l'appartenance à une union monétaire à un effet très positif sur les échanges.

4- Barrières aux échanges

Les barrières tarifaires et non-tarifaires constituent un autre obstacle aux échanges. S'il est possible de repérer les droits de douane à un niveau fin des nomenclatures[2], il est par contre malaisé d'agréger cette information élémentaire (Bouët, 2000). Une pondération des droits par les importations est susceptible de sous-estimer fortement le niveau de protection des échanges, dans la mesure où les importations sont nécessairement plus limitées là où les droits sont élevés. Une pondération par les productions nécessiterait des données de production à un niveau fin, et qui plus est dans une nomenclature compatible avec celle utilisée pour les échanges. Mais la difficulté la plus grande est naturellement celle associée aux mesures non-tarifaires (quotas par exemple), qui doivent en toute logique être ramenées à des équivalents tarifaires. Enfin la question de l'équivalent tarifaire des mesures anti-dumping reste posée (Messerlin, 2000).

A supposer que toutes ces informations sur la protection puissent être compilées, et ceci au niveau bilatéral, on peut alors intégrer le niveau de protection des échanges dans une équation gravitaire. Fontagné et Péridy (1995) et Castilho (1999) appliquent cette méthode respectivement aux exportations vers l'Europe des pays d'Afrique du Nord et du Mercosur. Il apparaît dans le premier cas que la marge préférentielle positive dont disposent le Maroc et la Tunisie a un impact positif sur leurs exportations à destination du marché européen. Dans le cas du Mercosur au contraire, il s'agit d'une préférence « négative », entravant les exportations. Une libéralisation multilatérale des échanges peut alors être simulée. Elle aura un impact potentiellement négatif dans le premier cas (la préférence se réduit, même si le marché se libéralise globalement) et fortement positif dans le second (les deux effets vont dans le même sens). A un niveau assez détaillé de décomposition de la nomenclature produits, les difficultés apparaissent toutefois (Hummels, 1998; Castilho, 1999), et ceci pour deux raisons au moins : d'une part le modèle gravitationnel est fondé sur des données macro-économiques, notamment en ce qui concerne l'offre; d'autre part la protection est pour partie endogène (c'est la rapide progression des importations qui déclenche une réaction protectionniste).

Une autre approche des barrières aux échanges est possible, dès lors que l'on place une grande confiance dans la spécification du modèle ou dans le choix des effets fixes supposés capter l'influence des variables omises : celle de considérer les résidus de l'équation gravitaire comme le reflet des obstacles aux échanges. La difficulté est ici que l'hypothèse de départ est forte, et que le même type de démarche s'applique aux potentiels de commerce -- or, il est difficile de faire d'une pierre deux coups.

[2] Base TRAINS de la CNUCED par exemple.

Le débat sur la gravité

Des principes simples de modélisation permettant de disposer d'un outil de portée générale : la genèse du modèle de gravité, devenu le «couteau suisse» de l'internationaliste, est tout d'abord présentée. Une deuxième sous-section renverse la charge de la preuve : un modèle pouvant tout faire n'est-il pas «bon à rien» ?

Des principes simples, une grande portée

L'idée de s'appuyer sur les principes de la gravité en économie semble avoir été introduite par les spécialistes d'économie spatiale. Reilly l'a appliquée pour étudier les aires d'influence des zones urbaines[3]. En ce qui concerne l'économie internationale, à l'origine, le modèle de gravité est un expédient empirique : le poids de chaque économie dans les échanges mondiaux étant plus ou moins proportionnel à son PNB, l'intensité bilatérale des échanges entre deux pays est proportionnelle au produit des PNB du déclarant i et de son partenaire j, à un coefficient d'échelle près. En l'absence de « frictions », en particulier les coûts de transport, on retrace cette intuition dans l'équation (1), en notant X les exportations et Y les PNB.

$$\textbf{(1)} \quad X_{ij} = AY_iY_j$$

Le niveau de développement a également une influence importante sur les échanges, d'où l'intérêt d'ajouter à la spécification précédente les populations ou indifféremment les PIB par tête. A ces éléments d'attraction des échanges, auxquels il n'est pas rare d'ajouter des indicatrices de facteurs "culturels" tels l'histoire commune, la langue commune etc., s'opposent des forces de résistance : coûts de transport, barrières tarifaires ou non-tarifaires aux échanges. Finalement, l'équation généralement estimée, sans que l'on se pose systématiquement la question de ses fondements précis, est donnée par (2) ou (3) avec L_i, L_j les populations, y le revenu par tête, P_{ij} une variable muette de préférences commerciales et u_{ij} un terme d'erreur (Sanso et al. 1993, par exemple).

$$\textbf{(2)} \qquad X_{ij} = a_0 y_i^{a_1} y_j^{a_2} Y_i^{a_3} Y_j^{a_4} D_{ij}^{a5} P_{ij}^{a_6} e^{u_{ij}}$$

$$\textbf{(2)} \quad X_{ij} = a_0 Y_i^{(a_1+a_3)} Y_j^{(a_2+a_4)} L_i^{-a_1} L_j^{-a_2} D_{ij}^{a5} P_{ij}^{a_6} e^{u_{ij}}$$

La distance géographique est ainsi retenue comme proxy du coût de transport, étant donné l'indisponibilité de données fiables relatives à ces coûts : il est délicat d'utiliser la différence CAF-FAB[4], tandis que les bases de données permettant d'identifier les coûts de transport réels sont partielles et rares. Hummels (1998) est à notre connaissance la seule tentative sérieuse d'introduire de « véritables » coûts de transport dans un modèle gravitaire, à savoir des coûts de fret, et ceci pour un échantillon restreint de pays déclarants : nous y reviendrons. En l'absence d'une telle information, on retient généralement une distance géodésique entre deux capitales ou deux centres économiques, calculée à partir des longitudes et latitudes des deux villes choisies. Ceci pose plusieurs problèmes très concrets :

- la trajectoire directe n'est pas nécessairement la route suivie par le fret, en raison du franchissement du pôle Nord par exemple (Head et Mayer, dans ce numéro);
- l'existence d'obstacles naturels peut impliquer de longs détours entre villes très proches

[3] Reilly W.J. (1929) "Methods for the Study of Retail Relationships", *University of Texas Bulletin*, 2944, cité par Bairoch (1985) *De Jéricho à Mexico, villes et économie dans l'histoire*, Gallimard et Reilly W.J. (1931) *The Law of Retail Gravitation*, New York, Knickerbocker Press, cité par Fujita M., Krugman P. et Venables A.J.(1999) *The Spatial Economy : Cities, Regions and International Trade*, Cambridge, MIT Press..

[4] CAF: coût, assurance et frêt. FAB: franco à bord.

(fleuve sans pont ni tunnel);

- l'incidence des coûts de transport sur les choix d'exportation n'est pas identique pour tous les pays (Freudenberg *et alii*, 1998) : l'exportateur australien souhaitant accéder à son premier marché d'exportation parcourra toujours plus de distance qu'un exportateur belge. Nous reviendrons en détail sur cette question des distances relatives;

- les distances intérieures doivent être parcourues même par les produits domestiques or, à distance égale, les produits domestiques font toujours l'objet d'échanges plus intenses.

Généralisant ce dernier point, il apparaît que les frontières ont un rôle ambigu, à l'origine d'une recherche empirique très active aujourd'hui. L'existence d'une frontière commune entre deux pays renforce leurs échanges bilatéraux, dans la mesure où la géographie des activités économiques recouvre difficilement les frontières politiques. L'adjacence vient alors contrecarrer l'effet négatif de la distance géographique. Mais en retour, franchir une frontière a un coût, qui peut rester élevé en l'absence même de formalités ou d'immobilisation des véhicules. C'est le cas au sein du marché unique, pour des raisons qui n'ont pas encore été pleinement élucidées (Fontagné, Freudenberg et Péridy, 1998; Head et Mayer, 2000).

Nonobstant ces difficultés, et utilisant des spécifications simples, il est apparu très tôt qu'une partie importante de la variance du volume des échanges bilatéraux pouvait être expliquée par un modèle de gravité (Tinbergen, 1962). Il manquait toutefois à ce type de modélisation un fondement théorique permettant d'obtenir des équations réduites directement estimables.

A l'exception du travail pionnier de Linnemann (1966), il revient à Anderson (1979) et Bergstrand (1985) d'avoir apporté les premières justifications. Dans les deux cas, c'est l'hypothèse d'Armington sur la différenciation des produits qui est mobilisée. Les produits diffèrent par leur provenance. Deardorff (1995) reprend cette hypothèse en se basant sur la non-égalisation des prix de facteurs dans un modèle classique du commerce international.

Mais ce sont les développements de la littérature sur le commerce international en concurrence monopolistique qui ont débouché sur les conclusions les plus fortes. Les produits sont différenciés au niveau des firmes plutôt qu'au niveau des pays. Krugman (1980) introduit les coûts de transport dans le modèle de concurrence monopolistique et débouche sur une équation de demande proche de l'équation de gravité dès que l'on assimile taille des pays et offre de variété : il est ainsi devenu usuel de considérer que le modèle de gravité des échanges était le "compagnon" du modèle de concurrence monopolistique (Havrylyshin et Pritchett, 1991; Frankel et Wei, 1993; Bayoumi et Eichengreen, 1995; Wei, 1996; Hummels, 1998).
Bergstrand (1989) propose dans la même veine une « équation généralisée » (équation 4 ci-dessous), pouvant être estimée au niveau sectoriel[5] et non plus au niveau global, et autorisant donc quelques libertés par rapport aux contraintes de « dimensionalité » des modèles soulignées par Ethier (1974). Dans l'équation (4), en accord avec les fondements théoriques du modèle, les revenus nationaux sont des proxies des niveaux de production, les revenus par tête des proxies des dotations factorielles[6], D_{ij} une proxy des coûts de transport, enfin P_{ij} une variable muette relative aux accords commerciaux préférentiels. Dans la mesure où PR_i et PR_j sont des indices de prix et E_{ij} est le taux de change bilatéral nominal, la combinaison de ces variables rend compte de la compétitivité prix.

[5] On ajoutera alors un indice à Xij, PRi et PRj: Bergstrand décompose ainsi le commerce bilatéral en 9 sections de la Classification Type du Commerce International (CTCI). En accord avec ce fondement théorique, il serait nécessaire d'introduire des prix différents pour chacune de ces sections CTCI. En l'absence de telles données, Bergstrand utilise simplement des indices de prix de gros, identiques entre branches. La marge de préférence elle-même peut être calculée au niveau des industries individuelles, plutôt que d'être introduite sous la forme d'une variable muette (Fontagné et Péridy, 1995).

[6] Dans la mesure où une version faible du théorème de Rybczynski peut être avancée si le nombre de produits dépasse celui du nombre de facteurs, un accroissement de la dotation d'un pays dans un facteur tend à augmenter sa production dans l'industrie utilisant relativement intensivement ce facteur.

$$\textbf{(3)} \quad X_{ij} = a_0 y_i^{a_1} y_j^{a_2} Y_i^{a_3} Y_j^{a_4} D_{ij}^{a_5} P_{ij}^{a_6} E_{ij}^{a_7} PR_i^{a_8} PR_j^{a_9} e^{u_{ij}}$$

Franchissant un pas supplémentaire dans l'administration de la preuve, Helpman et Krugman (1985) élaborent un cadre théorique synthétique intégrant des échanges inter-branche[7] et intra-branche (en différenciation horizontale). Il existe alors une relation de proportionnalité entre les échanges et le produit des PIB des partenaires, dans un modèle à deux pays et deux biens différenciés horizontalement dont les variétés entrent de façon symétrique dans des préférences. Dans ces conditions, le volume bilatéral des échanges, ne dépend plus (positivement) que de la similarité de taille des partenaires à l'échange. Helpman (1987) s'appuie sur ce résultat pour défendre l'idée selon laquelle le succès de l'équation de gravité constituerait un *test* de la validité de la théorie de la concurrence monopolistique.

Cette dernière interprétation a toutefois soulevé des interrogations : Hummels et Levinsohn (1995) reproduisent les résultats de Helpman, et ceci en utilisant alternativement un échantillon de pays OCDE et de pays non-OCDE. Or, le modèle de concurrence en variété s'accommode d'un contexte de pays développés, aux consommateurs disposant d'un revenu suffisant pour valoriser la variété. En d'autres termes, l'équation de gravité prédirait avec succès les volumes d'échanges indépendamment des échantillons et donc des théories sous-jacentes. Evenett et Keller (1998) confirment qu'un modèle classique du commerce international entre pays suffisamment différents pour être spécialisés complètement sur les industries (et non plus sur les produits) reproduit les principes de gravité.

Deardorff (1995) avait déjà avancé l'idée de fonder l'équation de gravité sur une logique de type Heckscher-Ohlin. Pour lui, deux "clés" permettent de comprendre comment les forces de gravité s'appliquent aussi aux approches classiques du commerce international.

La première clé est que dans un monde sans friction, exporter ou vendre sur le marché domestique est totalement indifférent. Dans ces conditions, les flux d'échanges suivront les principes de la gravité dès lors que les préférences sont identiques, homothétiques et que les consommateurs choisissent entre les différentes provenances de façon aléatoire. Ici, le terme de proportionnalité de l'équation (1) est simplement l'inverse du PNB mondial.

La deuxième clé est moins intuitive : en pratique, il existe des frictions et il est impossible de postuler l'égalisation des prix de facteurs dans ces conditions. Si les pays échangent sur la base de fondements de type Heckscher Ohlin, c'est donc qu'il y a spécialisation complète, éventualité renforcée par la disproportion entre le nombre de produits et le nombre de facteurs dans la réalité. En poussant cette logique à son terme, le modèle classique aboutit à des conclusions similaires à celles du modèle de concurrence monopolistique. Dans le modèle de concurrence monopolistique, en effet, le principe de gravité est associé à l'hypothèse de spécialisation complète des pays (en réalité des firmes) sur les variétés, même s'il n'y a pas spécialisation des pays au sens traditionnel du terme. Chaque variété n'étant produite que par un seul producteur, donc dans un seul pays, les préférences portant sur l'ensemble des variétés entraînent un commerce intense au sein de la zone intégrée.

Par ricochet, un certain nombre de régularités statistiques identifiées indépendamment de tout cadre théorique rigoureux (Balassa et Bauwens, 1987) ont trouvé une justification *ex post* dans ces travaux : ce n'est pas seulement le *volume* du commerce intra-branche qui peut être expliqué

[7] Un échange inter-branche porte sur des biens appartenant à des branches différentes à l'importation et l'exportation. Par opposition, un échange intra-branche correspond à l'échange croisé de variétés différenciées appartenant à la même branche. Dans le cas d'un échange intra-branche de produits différenciés horizontalement, les produits sont issus de la même fonction de production, et l'opposition par rapport à l'échange inter-branche est parfaite. Dans le cas d'un échange de produits différenciés verticalement, au contraire, les fonctions de production des variétés au sein d'une même banche différeront, ce qui rend plus complexe la distinction des déterminants et des effets des échanges inter-branche et intra-branche.

par une équation gravitaire : c'est bien la *part* de cette dernière forme d'échange qui peut être expliquée (Bergstrand,1990) par des arguments en terme de taille (ou de revenu par tête) et de différence de taille (ou de revenu par tête).

Un marché intégré de grande taille est un marché dans lequel les échanges sont intra-branche. Au contraire, des pays de taille différente échangeront entre eux sur un mode plutôt inter-branche : les consommateurs et producteurs du petit pays souhaitent avoir accès à toutes les variétés du grand pays, alors que le petit pays ne peut offrir en retour qu'une variété plus limitée. Le grand pays sera alors en position d'exportateur net de variétés dans ses échanges avec le petit pays. Parallèlement, un niveau élevé de revenu par tête moyen au sein de la zone intégrée devrait renforcer la demande de différence (Lassudrie-Duchêne, 1971), propriété non valable pour les biens de première nécessité. Enfin, des pays similaires (en dotation factorielle ou en revenu par tête) devraient échanger entre eux sur un mode plutôt intra-branche. Fontagné, Freudenberg et Péridy (1999) s'attachent à retenir un ensemble de pays suffisamment différents pour autoriser les spécialisations et suffisamment similaires pour ne pas retomber sur des problèmes de non-diversification[8]. Les résultats obtenus confirment les propositions théoriques de Bergstrand à l'exception notable de celle relative aux différences de revenu par tête[9]. Fontagné (1999) résout ce problème en isolant l'impact des variations du taux de change.

Enfin, il est apparu que d'autres structures de marché que la concurrence monopolistique, comme le duopole engagé dans un dumping réciproque, pouvaient s'accommoder de ce type de représentation des échanges (Feenstra, Markusen et Rose, 2001)[10].

On retiendra de ces développements que différents mécanismes peuvent être invoqués pour justifier les forces de gravité présentes dans les échanges bilatéraux, entre économies développées comme entre celles-ci et pays en développement. Cette conclusion est d'ailleurs soulignée par Bergstrand (1985 et 1989). Rien n'interdit alors d'utiliser un tel modèle en simulation sur des échantillons de pays très différents. Mais la valeur des paramètres estimés, et donc les élasticités utilisées en simulation, diffèrent selon les cas, ce qui constitue un élément important à prendre en compte dans la stratégie de modélisation. Nous reviendrons plus loin sur cet aspect.

La charge de la preuve

Comment une équation rendant indifféremment compte des échanges entre économies similaires ou très différentes, sur la base de fondements théoriques aussi éloignés que la concurrence monopolistique et l'avantage comparatif pourrait-elle recevoir une caution scientifique ?

De surcroît, le volume du commerce international est beaucoup plus limité que ne le suggèrent les théories sous-jacentes. Il y a certes des barrières douanières et des coûts de transport, mais leur niveau serait trop limité pour rendre compte de nombre de faits stylisés (Anderson, 2000). Par exemple, le modèle du présent article montre (en utilisant l'élasticité sur la distance *absolue*) que deux pays éloignés de 1000 Km commerceront 2,3 fois plus que deux pays éloignés de 2000 Km, toutes choses égales par ailleurs. Il existerait donc d'autres explications que les coûts de transport, indûment captées par le terme de distance (contrats incomplets, droits de propriété, coûts d'information).

Examinons méthodiquement ces différents aspects

Le point de départ est un contexte dans lequel les produits sont différenciés uniquement par leur

[8] La théorie factorielle des échanges impose que les pays participant à l'échange restent diversifiés. Cela correspond à des pays dont les dotations factorielles ne sont pas trop dissemblables et qui échangent des produits dont les conditions de production ne sont pas trop similaires.
[9] Les auteurs introduisent par ailleurs une distinction entre biens différenciés horizontalement et verticalement.
10 L'approche gravitaire est donc substituable à une approche fondée sur des données de prix (Fung et Lau, 1998).

origine, indicée en i, économie nationale comprise (hypothèse d'Armington). Les préférences identiques et homogènes sont de type Cobb-Douglas. On note Q_i le vecteur des productions, a_i la part constante de la dépense[11] sur les produits de i (et donc la part de i dans le revenu mondial), enfin Y_i le PNB de i. Le PNB mondial est $\overline{Y}$. On note t_{ij} le coût de transport[12]. Il vient immédiatement :

(5) $$Y_i = \sum_j a_i Y_j = a_i \overline{Y}$$

(6) $$X_{ij}^{CAF} = a_i Y_j = \frac{Y_i Y_j}{\overline{Y}}$$
$$X_{ij}^{FAB} = a_i Y_j = \frac{Y_i Y_j}{t_{ij}\overline{Y}}$$

En cas de préférences de type Cobb-Douglas (Anderson, 1979), on retrouve donc l'équation (1) supra, augmentée d'un terme de coût de la distance pour des flux exprimés FAB, le terme de proportionnalité étant alors égal à l'inverse du PNB mondial.
Des préférences CES, toujours avec des produits différenciés par leur origine, débouchent sur une formulation plus intéressante[13]. Considérons les consommateurs du pays j qui maximisent U_j sous la contrainte de revenu Y_j.[14]

(7) $$U_j = \left[\sum_i a_i^{1/s} C_{ij}^{\left(\frac{s-1}{s}\right)}\right]^{\frac{s}{s-1}}$$

La demande associée est donnée par l'équation (8), en notant Π l'indice de prix CES. L'équation de commerce bilatéral (9) en découle directement. En normalisant les prix à l'unité, Π devient $\tilde{\Pi}$ et les termes en $\left(\frac{t_{ij}}{\tilde{\Pi}_j}\right)$ peuvent s'interpréter comme des distances relatives, $\tilde{\Pi}$ étant alors un indice CES des coûts de transport supportés par l'importateur, i.e. un indice d'éloignement du marché considéré[15].

(8) $$C_{ij} = \frac{1}{t_{ij}p_i} Y_j a_i \left(\frac{t_{ij}p_i}{\Pi_j}\right)^{1-s}$$
$$\Pi_j = \left[\sum_i a_i t_{ij}^{1-s} p_i^{1-s}\right]^{\frac{1}{1-s}}$$

(9) $$X_{ij}^{FAB} = C_{ij}p_i = \frac{1}{t_{ij}} Y_j a_i \left(\frac{t_{ij}}{\tilde{\Pi}_j}\right)^{1-s}$$

Partant de ce résultat classique, on peut retrouver une formulation en termes de distance relative et de parts des pays dans le revenu mondial inspirée de l'approche synthétique de Helpman et Krugman évoquée plus haut (Deardorff, 1995). En notant s_i la part du pays i dans le revenu

---

[11] On assimile dans ce qui suit dépense et revenu : ceci permet de retrouver simplement des équations de gravité tirées d'équations de demande et utilisant comme variable explicative du commerce les revenus nationaux.
[12] En fait, il s'agit de 1 plus ce coût, de telle sorte que (t-1) disparaisse pendant le transport
[13] Head et Mayer (2000-b) présentent en détail les propriétés des CES.
[14] Remarquons que a_i n'est plus une constante ici ; il faut désormais calculer la part de i dans le revenu mondial (cf. équation 10 infra).
[15] Le terme anglais de remoteness est généralement employé, avec des définitions variables, cf. par exemple note 21 ci-dessous.

mondial, il apparaît la relation (10) dont on tire la valeur de a_i pouvant être substituée dans (9) pour obtenir l'équation de gravité (11).

$$\textbf{(10)}\ s_i = \frac{p_i Q_i}{\overline{Y}} = \frac{1}{\overline{Y}} \sum_j Y_j a_i \left(\frac{t_{ij}}{\tilde{\Pi}_j} \right)^{1-s}$$

$$\textbf{(11)}\ X_{ij}^{FAB} = \frac{1}{t_{ij}} \frac{Y_i Y_j}{\overline{Y}} \frac{\left(\frac{t_{ij}}{\tilde{\Pi}_j} \right)^{1-s}}{\sum_{j'} s_{j'} \left(\frac{t_{ij'}}{\tilde{\Pi}_{j'}} \right)^{1-s}}$$

Ainsi, une expression correcte des volumes d'échanges bilatéraux suppose que l'on prenne en compte à la fois le coût de transport proprement dit et les distances relatives[16]. Deux remarques additionnelles sont suggérées par le terme de distance relative.

D'une part, une explication (non-exclusive) du problème des « effets frontières » apparaît : un pays commercera toujours plus avec lui même qu'avec ses partenaires puisque les distances relatives internes sont inférieures à celles avec les partenaires. Plus généralement, une estimation correcte des effets frontières suppose que l'on tienne compte à la fois des distances intérieures et de la distance moyenne aux partenaires. Anderson et Wincoop (2001) considèrent que le terme en Π représente la « friction moyenne » (multilateral trade resistance) dans les échanges d'un pays. Les auteurs montrent que l'équation de gravité (9) peut se réécrire, si les barrières aux échanges sont symétriques, comme une fonction du produit des PIB des deux pays, du produit de leur résistance multilatérale, et des coûts de transport entre ces deux pays[17]. Ainsi, ce sont les barrières relatives, et non absolues, qui déterminent les volumes d'échanges. Les travaux pionniers sur les effets frontière (notamment McCallum, 1995), qui ne prenaient pas en compte le terme de résistance multilatérale, ont donc surestimé l'ampleur des effets frontières.

D'autre part, l'impact des coûts de distance sur les échanges dépend de l'élasticité de substitution dans la mesure où l'élasticité des échanges à la distance relative vaut ici $-(s-1)$. Nous reviendrons sur cette question dans la section consacrée à la compatibilité de nos estimations avec le modèle théorique.

Il est finalement utile de passer en concurrence monopolistique et de différencier les produits par les firmes et non par les pays d'origine. Le consommateur représentatif de *j* consomme toutes les variétés *h* produites en *i*, économie nationale comprise. Ces *n* variétés entrent de façon symétrique dans les préférences et les firmes ne discriminent pas les marchés : elles pratiquent le même prix FAB pour toutes les destinations et les consommateurs payent ce prix augmenté du coût de transport. La fonction d'utilité associée est donnée en (12) et les exportations (13) dépendent maintenant de l'offre de variété par l'économie nationale.

$$\textbf{(12)}\ U_j = \left[\sum_i \sum_h \left(a_i C_{ijh} \right)^{\frac{s-1}{s}} \right]^{\frac{s}{s-1}}$$

[16] Ainsi, c'est seulement pour un marché j situé à une distance relative de i correspondant à la moyenne, que les formes fonctionnelles Cobb-Douglas et CES sont indifférentes.
[17] **Error! Objects cannot be created from editing field codes.**

$$C_{ij} = \frac{1}{p_i} \frac{a_i^{s-1} n_i \left(p_i t_{ij}\right)^{1-s}}{{}^0\Pi_j^{1-s}} Y_j$$

(13)

$${}^0\Pi_j \equiv \left(\sum_i a_i^{s-1} n_i \left(p_i t_{ij}\right)^{1-s} \right)^{1/(1-s)}$$

La difficulté est que le terme en Π n'est pas mesurable empiriquement ; notamment, ${}^0\Pi$ contient un terme relatif au nombre de firmes dans le champ concurrentiel, qui n'est pas observable. La concurrence monopolistique permet toutefois de traiter ce problème de façon élégante, tout en intégrant la dimension relative des barrières aux échanges soulignée par Anderson et Wincoop. L'idée est de prendre en compte non pas les exportations de *i* vers *j*, mais les exportations relatives de *i* vers *j*, normalisées par celles d'un concurrent (*k*) quelconque de *i* sur le marché *j*. En utilisant la relation de Krugman (1980) entre taille du pays et offre de variété, et l'hypothèse d'une structure de marché symétrique, chaque firme produit une quantité q et la valeur de la production de chaque pays est notée n. En substituant le nombre de firmes ainsi obtenu[18] dans (13) on obtient l'équation (14) ne comportant ni terme de résistance multilatérale, ni nombre de firmes.

(14) $$\frac{X_{ij}^{FAB}}{X_{kj}^{FAB}} = \left(\frac{a_i}{a_k}\right)^{s-1} \left(\frac{p_i}{p_k}\right)^{-s} \left(\frac{t_{ij}}{t_{kj}}\right)^{1-s} \frac{n_i}{n_k}$$

Le calcul des potentiels d'échanges

Parmi l'ensemble des utilisations possibles du modèle de gravité, le calcul de potentiel d'échanges a suscité une littérature particulièrement abondante. Ces derniers sont en général simplement définis comme la différence (ou le ratio) entre échanges simulés (à partir d'une équation de gravité estimée sur un échantillon de référence) et échanges observés. L'interprétation du "potentiel" ainsi calculé pose toutefois des difficultés souvent passées sous silence.

[18] On a bien **Error! Objects cannot be created from editing field codes.**

Principes de calcul des potentiels d'échanges internationaux

La méthode des potentiels de commerce consiste à estimer une équation de commerce bilatéral basée sur le modèle de gravitation des échanges pour un échantillon de pays de référence, et à utiliser dans un deuxième temps cette équation en simulation, pour des pays de l'échantillon ou pour des pays hors échantillon échangeant avec les pays de l'échantillon.

Cette méthode a été fréquemment utilisée pour anticiper la progression des flux de commerce entre les pays d'Europe Centrale et Orientale en transition et les membres de l'Union Européenne. Les résultats obtenus se sont avérés largement contradictoires : alors que la première vague de travaux avait conclu à de forts potentiels de développement des échanges, une seconde vague de travaux, intégrant la période de transition, est parvenue à la conclusion opposée : les potentiels seraient largement remplis, voire dépassés dans certains cas. Deux types d'explications sont généralement donnés à cette divergence de résultats.

La première explication est relative à la séquence du processus d'intégration en question ; la rapidité d'ouverture du marché européen, à l'exception de quelques secteurs sensibles, a permis une réorientation très rapide des échanges des PECOs, alors que leur niveau de développement a limité leur capacité exportatrice.

La seconde explication a trait à la méthode elle-même : l'utilisation de modèles gravitationnels pour "prédire" les potentiels d'échanges pose des problèmes qui n'ont pas toujours été examinés avec une attention suffisante. L'investissement direct peut être une variable omise ; l'utilisation d'estimations en coupe plutôt qu'en panel peut biaiser les estimateurs; et même en panel, l'utilisation des effets fixes pose problème dès lors que l'échantillon d'estimation n'inclut pas, par définition, les pays sur lesquels la simulation doit porter (Matyas, 1997 et 1998; Egger, 1999; Breuss et Egger 1997, Fontagné, Freudenberg et Pajot, 1999). Ces difficultés s'ajoutent à un ensemble de problèmes posés plus spécifiquement par les pays en transition : taux de change ne reflétant pas nécessairement la parité de pouvoir d'achat (PPA), systèmes productifs désorganisés par la transition, accès subit à une grande variété de biens de consommation et d'intrants.
Nous illustrerons dans la dernière section de cet article une autre explication de ces résultats ambigus, justifiant les hypothèses retenues pour la spécification du modèle de gravité décrit ici : l'échantillon de pays utilisé lors de la phase d'estimation des élasticités était probablement inadapté dans la plupart des études. Ce problème d'hétérogénéité des pays est central : il est difficile d'imaginer que les élasticités obtenues dans les échanges entre pays industrialisés, généralement retenus dans l'échantillon d'estimation, restent valables pour des pays en transition ou en développement. Plus généralement, ces élasticités sont susceptibles de varier dans d'amples proportions entre pays déclarants, voire selon les partenaires retenus d'un sous-ensemble donné de déclarants. Ce sont les questions que nous devons maintenant examiner.

Problèmes liés à l'hétérogénéité

Commençons par un bref rappel théorique. Nous avons déjà évoqué le problème de l'égalisation des rémunérations de facteurs; la question posée par l'utilisation d'un cadre de référence de type Heckscher-Ohlin est de savoir si les arguments en termes d'avantage comparatif, explicites dans la "synthèse Helpman-Krugman", sont systématiquement valides.

Dans la version simple de la théorie factorielle, reprise par ces auteurs, la question est posée en termes de "cône de diversification". En termes non techniques, des pays aux dotations factorielles trop différentes (aux revenus par tête trop éloignés) seront de mauvais candidats à l'égalisation des rémunérations de facteurs par l'échange de biens. En réalité, la théorie factorielle propose un résultat de nature assez différente. Le monde est constitué d'un ensemble de groupes de pays différents entre eux, mais suffisamment proches au sein de ces groupes. Il y aurait plusieurs cônes

de diversification, et non un seul (Leamer, 1987 ; Deardorff, 1998). Cela devrait inciter à estimer les élasticités pour des groupes de pays suffisamment comparables en termes de revenu par tête.

Un autre problème important est de savoir à quel taux de change sont estimés les PNB des pays, variable dont on a vu toute l'importance. Le potentiel d'échanges de très court terme, correspondant à la capacité d'offre du pays considéré et au pouvoir d'achat international de ses exportations, s'analyse par référence au taux de change courant. A plus long terme, l'on sait que le développement va entraîner un ajustement de ce taux de change. Ceci suggère l'utilisation de taux de change à PPA pour évaluer les PNB des pays en développement. Mécaniquement les PNB -- et donc les élasticités -- sont affectés et avec eux les montants d'échange simulés. Invariablement, ce choix doublera au moins les potentiels d'échanges.

Le tableau 1 illustre ces deux difficultés : échantillonnage et choix de l'unité de mesure. Les colonnes 1 à 3 soulignent l'importance considérable du choix de l'unité de mesure des PNB. En toute logique, compte tenu de la formulation de départ, PNB et PNB par tête devraient être mesurés dans la même unité, puisque la formulation avec PNB par tête se substitue à l'introduction des populations dans l'équation (cf. Supra). On trouve pourtant des contre-exemples dans la littérature. Nous avons donc choisi d'examiner aussi un cas "mixte" dans la deuxième colonne. La comparaison des colonnes 1 et 3 montre que les élasticités estimées, en particulier concernant les PIB par habitant, diffèrent très largement selon les hypothèses faites. Ce résultat est désormais largement admis dans la littérature.

Par contre, la question d'échantillonnage, illustrée par les colonnes 4 et suivantes, est traditionnellement passée sous silence. Nous disposons d'un échantillon comprenant des pays OCDE et des pays non-OCDE. Identifier les seconds au "Sud" est une approximation mais permet de clarifier le point nous intéressant ici. Nous allons donc construire 6 cas parmi l'ensemble des 9 cas possibles, en ignorant les cas "diagonaux". La colonne 4 correspond à une spécification dans laquelle le Sud exporte vers le monde. On la comparera à la colonne 5 dans laquelle c'est l'OCDE qui exporte vers le monde : sans surprise, les élasticités sont très différentes. L'élasticité des exportations à la taille de l'exportateur est 30% plus élevée pour les pays du Sud, par exemple. Nous laissons au lecteur le soin d'explorer l'ensemble des cas possibles. Il suffit pour notre propos de se convaincre de l'importance du choix de l'échantillonnage dans le calcul des potentiels de commerce.

Tableau 1 - Comparaison de spécifications; année 1995-96, 74 (53) pays, exportations totales comme définies infra.

Spécification	1=4	2	3	5	6	7	8	9
Cte	-27.602	-35.330	-40.829	-23.418	-26.478	-17.942	-28.362	-16.797
PIB exportateur	1.296	1.260	1.227	1.014	1.099	1.023	1.313	0.970
PIB importateur	1.052	1.039	1.024	0.853	0.912	1.124	1.009	1.046
PIB per cap exportateur	0.233	0.679	0.956	0.419	0.482	0.085	0.336	0.180
PIB per cap importateur	0.200	0.597	0.922	0.177	0.278	-0.452	0.234	-0.474
Distance relative	-1.505	-1.544	-1.582	-0.828	-0.877	-1.296	-1.371	-1.098
Langue commune	0.878	0.742	0.607	0.674	0.778	0.677	0.927	0.583
R^2	0.751	0.754	0.748	0.845	0.811	0.758	0.772	0.821

Légende

Comparaison relative au problème des prix du PNB :

1- Modèle Sud-Monde, Tous produits, PNBs prix courants, PNB per cap prix courants
2- Modèle Sud-Monde, Tous produits, PNBs PPA, PNB per cap prix courants
3- Modèle Sud-Monde, Tous produits, PNBs PPA, PNB per cap PPA

Comparaison relative au problème d'échantillonnage :

4- Modèle Sud-Monde, Tous produits, PNBs prix courants, PNB per cap prix courants
5- Modèle OCDE-Monde, Tous produits, PNBs prix courants, PNB per cap prix courants
6- Modèle OCDE-Sud, Tous produits, PNBs prix courants, PNB per cap prix courants
7- Modèle Sud-OCDE, Tous produits, PNBs prix courants, PNB per cap prix courants
8- Modèle Monde-Sud, Tous produits, PNBs prix courants, PNB per cap prix courants
9- Modèle Monde-OCDE, Tous produits, PNBs prix courants, PNB per cap prix courants

Toutes les variables sont exprimées en logarithme

Ombré: solution retenue dans le modèle (les paramètres diffèrent de ceux donnés dans l'Annexe 3 puisque les indicatrices d'accords régionaux ne sont pas introduites ici).

Résistance moyenne aux échanges

Comme cela a été souligné, une spécification correcte du modèle de gravité doit tenir compte à la fois de la distance absolue entre importateur et exportateur et de l'éloignement de l'importateur (ou de l'exportateur) par rapport à l'ensemble de ses partenaires commerciaux. Plusieurs solutions sont utilisées dans la littérature. On peut par exemple combiner un « remoteness » à une distance absolue[19]. La solution retenue ici est de considérer des distances relatives.

Les distances de départ sont simplement des distances géodésiques entre capitales ou centres économiques. La distance moyenne entre le pays rapporteur et tous ses partenaires pondère alors la distance bilatérale vis-à-vis d'un partenaire donné. Les pondérations sont données par les exportations.

Il s'agit donc par construction d'un indicateur asymétrique et le mode de calcul retenu interdit d'introduire à la fois la distance absolue et la distance relative dans les estimations. Par exemple, l'Allemagne est proche de tous ses marchés mais non l'Australie : la distance de Sydney à Cologne ne représente que 1,2 fois la distance moyenne entre l'Australie et chacun de ses partenaires, alors que la distance de Cologne à Sydney représente 3,5 fois la distance moyenne de

[19] Une définition simple en est donnée par **Error! Objects cannot be created from editing field codes.**.

l'Allemagne à tous ses partenaires. Ces chiffres représentent les distances relatives.

Une spécification appropriée à l'hétérogénéité des pays

L'objectif principal de l'exercice conduit ici est d'estimer des potentiels commerciaux bilatéraux pour les pays en développement aussi bien pour le commerce total que pour des secteurs spécifiques. Comme on l'a vu dans la section précédente, une telle estimation pose des problèmes importants. Notamment, les élasticités estimées sur un échantillon de pays industrialisés peuvent s'avérer tout à fait inadaptées. Aussi proposons-nous dans cette section d'estimer un modèle de gravité centré sur les exportations des pays non-OCDE vers le monde. Les élasticités obtenues seront utilisées pour calculer les potentiels d'exportation à court terme des pays du Sud.

Echantillon de pays

La définition de l'échantillon des pays constitue une étape cruciale. Notre intérêt étant d'analyser les potentiels à l'exportation des PVD, nous avons sélectionné 53 PVD *exportateurs* (voir liste en annexe 1) sur la base des critères suivants :

(i) Il s'agit de pays non-OCDE (au 31 décembre 1996);

(ii) Des données à l'exportation fiables sont disponibles pour ces pays;

(iii) Ces pays ont bénéficié d'un environnement politique stable au cours de la période étudiée (1995-1996);

(iv) Il s'agit d'économies d'une certaine taille (le total des exportations hors minéraux est supérieur à US$ 0,5 milliard);

(v) La part des ré-exportations dans le total des exportations est peu importante. Ainsi Hong Kong et Panama ont-ils été exclus de l'échantillon des pays exportateurs afin d'éviter d'introduire un biais dans les coefficients.

Il est important de souligner que ces critères s'appliquent également aux pays hors échantillon pour lesquels on souhaiterait calculer des potentiels commerciaux à partir des estimations du modèle. Par exemple, le Sénégal ne fait pas partie de l'échantillon du fait de données à l'exportation non disponibles. Cependant, les autres critères sont respectés pour le Sénégal, ce qui nous permet de calculer des potentiels commerciaux pour ce pays et de les confronter aux exportations actuelles vers les pays pour lesquels on dispose de statistiques à l'importation. L'annexe 1 inclut la liste de 20 pays non-inclus dans le modèle uniquement sur la base du critère (ii).

L'échantillon des pays importateurs est constitué de l'échantillon des 53 pays exportateurs augmenté des 21 pays OCDE et de Hong Kong. Il s'agit donc d'un modèle " Sud-Monde ", par référence aux développements de la section précédente.

Source des données de commerce et échantillon

Les statistiques du commerce extérieur sont extraites de la base de données COMTRADE des Nations Unies. On considère la moyenne des années 1995-1996, de façon à limiter l'effet de fluctuations annuelles.

Il existe des divergences significatives entre données du pays exportateur et du pays importateur pour un même flux d'échange[20]. Nous avons ainsi procédé à des ajustements de façon à n'obtenir qu'une seule observation par flux (voir Annexe 2).

Les flux des minéraux bruts (pétrole brut, minerais) ont été exclus des montants des échanges bilatéraux.

Définition de secteurs

Quinze secteurs ont été élaborés à partir des 261 groupes de produits définis à 3 et 4 chiffres de la nomenclature CTCI (révision 3)[21].

---

[20] Voir notamment Rozanski et Yeats, 1994 pour une revue.

[21] La liste des groupe de produits par secteur peut être obtenue sur demande ou sur le site Internet http://www.intracen.org/.

Tableau 2 - Répartition du commerce mondial par secteur (milliards $US, moyenne 1995-1996)

Code	Secteur	Valeur du commerce mondial
1	Produits agricoles bruts	246
2	Produits agricoles transformés	207
3	Bois, papier, carton	189
4	Fibres textile (et tapis)	132
5	Produits chimiques	500
6	Cuir et produits en cuir	77
7	Métaux et autres manufacturés de base	371
8	Machinerie non-électrique	492
9	Appareils électroniques	430
10	Composants électroniques	406
11	Matériel de transport	497
12	Vêtements	157
13	Divers manufacturés	372
14	Produits pétroliers (non-brut)	64
15	Produits minéraux bruts (minerais, pétrole brut)	405
	Total des secteurs 1 à 14	4140

Le secteur 15 est exclu de l'analyse dans la mesure où il reflète des avantages absolus[22]. Il est également exclu du commerce total, constitué par conséquent de la somme des secteurs 1 à 14. Le tableau 2 présente la répartition du commerce mondial (ou plus exactement des 92% du commerce mondial couverts par nos 75 pays déclarants) par secteur.

Equation de base

Sous sa forme logarithmique, l'équation de base utilisée pour chacun des secteurs et pour le total (hors minéraux bruts) est la suivante :

(15)
$$\log X_{ij} = a'_0 + a_1 \log y_i + a_2 \log y_j + a_3 \log Y_i + a_4 \log Y_j + a_5 \log D_{ij} + a_6 L_{ij} + \sum_z a_z Z_{z\,ij} + u_{ij}$$
$$a'_0 = \log a_0$$

y_i : revenu par habitant du pays exportateur
y_j : revenu par habitant du pays importateur
Y_i : PIB du pays exportateur (prix courant)
Y_j : PIB du pays importateur (prix courant)
D_{ij} : distance géographique *relative* entre le pays exportateur et le pays importateur.

Z est un vecteur de variables muettes capturant les accords commerciaux préférentiels (accès préférentiel à caractère unilatéral, accords de libre échange, marché commun) et *L* une variable binaire qui capture le partage d'une langue commune ou de liens historiques (passé colonial). Les variables du PIB sont exprimées en prix courants.

Cette spécification appelle plusieurs commentaires. Tout d'abord, les variables de prix, qui ne sont pas observables, sont omises. Les effets du change ne peuvent pas être pris en compte, s'agissant d'une estimation en coupe[23]. Ensuite, le choix d'une équation aussi compacte que

[22] Ceci ne doit pas être oublié lors de l'interprétation des résultats en particulier pour les pays exportateurs de pétrole comme l'Arabie Saoudite.
[23] Le niveau du taux de change est une variable sans dimension, et un indice poserait le problème du choix d'une année de base.

possible a été fait : nous avons appliqué la méthode de sélection pas à pas (“ stepwise selection ”) et tous les tests ont été effectués, y compris les tests de colinéarité. Certaines variables binaires reflétant l’influence des accords préférentiels (vecteur *Z*) ont été retirées du modèle, du fait de leur faible contribution. D’autres variables, comme la surface de terre arable par habitant ont été testées sans succès (même pour le secteur agricole brut). Enfin le traitement des préférences commerciales et de l’histoire est très pragmatique. Les variables muettes de politique commerciale sont moins satisfaisantes qu’un véritable indicateur quantifié de cette préférence, calculé à un niveau fin. La couverture géographique dicte ce choix. Les accords de libre-échange et les accès préférentiels unilatéraux ne sont retenus dans la phase de simulation que lorsqu’ils sont significatifs dans la phase d’estimation, une fois pris en compte les autres déterminants, incluant la distance relative et surtout le passé colonial ou la langue commune. Ceci permet de ne pas attribuer aux accords commerciaux ce que ceux-ci ne font qu’entériner. L’annexe 4 donne le détail des variables muettes introduites dans la phase d’estimation.

Les estimations des paramètres sont fournies en annexe 3, pour chaque secteur et pour le total. Par exemple, pour le commerce total, l’équation estimée s’écrit :

(16)

$$\log X_{ij} = -28.130 + 0.261 \log y_i + 0.186 \log y_j + 1.333 \log Y_i + 1.053 \log Y_j$$
$$- 1.404 \log D_{ij} + 0.834\, L_{ij}$$
$$+ 1.604\, LOME + 1.490\, COMESA + 1.003\, ANDEAN + 2.823\, CACM + 5.688\, CARICOM$$
$$n = 3921$$
$$AdjR^2 = 0.759$$
$$Cond.numb = 27$$

L’interprétation des paramètres est aisée. Par exemple, dans la modélisation du commerce total, le paramètre 2.823 sur la variable CACM signifie, toute choses égales par ailleurs, que les flux de commerce bilatéraux entre pays de la zone CACM (Costa Rica, Guatemala, Honduras et Nicaragua) sont 17 fois plus élevés qu’avec des pays hors zone CACM.

En annexe 3 figurent également le coefficient de détermination (R^2) pour chacun des secteurs. On voit ainsi que la qualité de l’ajustement est meilleure pour le commerce total ($R^2 = 0.76$), ce qui constitue un résultat attendu. Pour les secteurs 1 à 13, l’ajustement est cependant satisfaisant (R^2 variant de 0.57 à 0.69). Pour le secteur 14 (produits pétroliers transformés), l’ajustement est de qualité médiocre, puisque seulement 36% de la variance totale des flux de commerce est expliquée par le modèle. Cela peut s’expliquer par le fait que la localisation des entreprises de transformation du pétrole est liée à la dotation en pétrole (et se réfère aux avantages absolus) et/ou à la proximité d’un port.

Compatibilité des estimations avec le modèle théorique

Un paramètre central dans ce type de modèle est celui sur la résistance aux échanges. Hummels (1998) propose d’écrire le coût de transport sous la forme (17). Alors, le coefficient obtenu en (13) sur le log de la distance est $-d(s-1)$. On obtient généralement des élasticités des exportations à la distance de l’ordre de 1 à 1,4 (en valeur absolue). Hummels obtient 1,32 ; McCallum (1995) 1,42 ; nos propres estimations sont de 1,40 en distance relative et 1,22 en distance absolue.

(17) $t_{ij} = d_{ij}^{d}$

En retenant 1,22 et une élasticité moyenne des coûts de transport à la distance de 0,20

(Hummels, 1998)[24], il faudrait donc avoir une élasticité de substitution égale à 7. En retenant l'élasticité des coûts de transport à la distance obtenue par Hummels pour les seules importations américaines (soit 0,321), l'élasticité de substitution est ramenée à 4,8.

Or, on s'attend en effet en concurrence monopolistique à une relation simple entre élasticité prix de la demande, élasticité de substitution, économies d'échelle et mark up. Lorsque le nombre de firmes est suffisamment grand, l'élasticité prix tend vers l'élasticité de substitution qui est aussi une proxy inverse des économies d'échelle.

Dès lors, le taux de mark up associé à nos propres estimations se situe entre 1,16 et 1,26 selon l'estimation retenue pour l'élasticité du coût de transport à la distance[25]. Ces résultats sont donc cohérents avec les taux de mark up de 1,2 à 1,3 obtenus par l'OCDE pour les branches en concurrence imparfaite[26] (Oliveira Martins, Scarpetta et Pilat, 1996).

Calcul de potentiels commerciaux

Pour chaque pays exportateur de l'annexe 1, on peut calculer des potentiels commerciaux sur la base des équations estimées. On peut examiner à titre d'illustration les résultats pour un pays de l'échantillon, ici la Turquie. Si l'on se base sur le seul critère de la valeur des exportations, la Turquie (avec 23 milliards de $US en 1996) est à comparer aux valeurs extrêmes de la Chine (150 milliards) et du Sénégal (500 millions). Le tableau 3 présente à titre illustratif les potentiels à l'exportation de la Turquie ainsi que les flux d'échanges observés pour la période d'estimation. Les élasticités étant largement structurelles, le résultat est aisément transposable à une année plus récente.

La colonne "commerce simulé " reprend les flux bilatéraux estimés par le modèle. Il est cependant nécessaire d'ajuster ces flux simulés en prenant en compte les écarts entre exportations actuelles et simulées du pays déclarant, vers l'ensemble de ses marchés. Les exportations turques s'élèvent à 17 milliards de $US, comme indiqué dans la première colonne, alors que le total des flux simulés est nettement plus élevé (30 milliards). Doit-on considérer pour autant que la différence représente le potentiel d'accroissement des échanges ? C'est généralement la conclusion de ce type d'analyse. Or, il est difficile d'imaginer que la Turquie puisse augmenter de 77% ses exportations en moyenne, à court terme. Deux explications alternatives doivent donc être envisagées : soit la Turquie pourrait à la fois augmenter ses exportations vers l'ensemble des partenaires et réorienter celles-ci vers les marchés les plus naturels ; soit le modèle surestime en moyenne les exportations potentielles, dans le cas de la Turquie, en cumulant les erreurs sur les différents partenaires.

Considérant la première explication les exportations vers l'Allemagne seraient légèrement accrues et celles vers les marchés les plus prometteurs augmenteraient très fortement. Au contraire, considérant la seconde explication, on est tenté de corriger le commerce simulé vers chaque marché du biais d'estimation total, ce marché non compris. C'est ce qui est réalisé dans la colonne commerce simulé ajusté. On obtient alors des exportations potentielles équivalentes aux exportations observées (16 à 17 milliards de $), mais dont la répartition est très différente. En particulier, les exportations vers l'Allemagne seraient sensiblement réduites et celles vers l'Italie et la France sensiblement accrues.

Aucune théorie et aucune méthode ne permettant de discriminer entre ces deux explications,

[24] Elasticité moyenne obtenue pour un ensemble d'estimations portant sur les Etats-Unis, la Nouvelle-Zélande, l'ALALE, l'Argentine, le Brésil, le Chili, l'Uruguay.
[25] Tout l'échantillon de Hummels ou seulement les importations américaines.
[26] Ce résultat ne règle pourtant pas le problème de l'estimation directe des élasticités prix. Les résultats de Erkel-Rousse et Mirza (2000) apportent un début de réponse : ils obtiennent des élasticités de 1,5 à 3 pour les boissons, les véhicules, le caoutchouc, les plastiques, l'alimentation ; de 3,5 à 4 dans le textile-habillement, le cuir et l'ameublement ; enfin de 5 à 7 pour l'acier et les non-ferreux.

nous avons arbitrairement considéré une situation médiane. Sous cette hypothèse, les exportations turques totales pourraient augmenter sensiblement, celles vers l'Allemagne resteraient au delà de leur potentiel. Il s'agit d'une hypothèse forte, mais beaucoup plus raisonnable que celle généralement utilisée consistant à ne pas corriger.

Pour obtenir les potentiels commerciaux, nous avons donc procédé à un ajustement en deux étapes. La première étape consiste à calculer des flux simulés ajustés (notés * ci-dessous), à partir des flux simulés (notés ^). La seconde phase revient à calculer les potentiels commerciaux (dernière colonne du tableau) comme une simple moyenne des flux simulés bruts et des flux simulés ajustés (deux colonnes précédentes).

Formellement, les exportations ajustées X^* sont données par l'équation (18) :

(18)

$$X^*_{ij} = \frac{\hat{X}_{ij}\left(\sum_j X_{ij} - X_{ij}\right)}{\sum_j \hat{X}_{ij} - \hat{X}_{ij}}$$

$$X^*_i = \sum_j X^*_{ij}$$

Au total, le commerce ajusté est proche du commerce observé et la moyenne du commerce simulé et du commerce ajusté donne le commerce potentiel. Le potentiel de création d'échanges est la différence entre cette moyenne et les exportations observées.

Tableau 3 - Potentiels à l'exportation de la Turquie et flux d'échange actuels (millions de $US)

Pays importateur	Commerce actuel	Commerce simulé	Commerce simulé ajusté	Potentiel commercial	Pays importateur	Commerce actuel	Commerce simulé	Commerce simulé ajusté	Potentiel commercial
Allemagne	5 363	5 801	2 767	4 284	Indonésie	52	35	20	27
Etats-Unis	1 679	2 991	1 688	2 340	Australie	51	58	32	45
Italie	1 447	3 837	2 270	3 054	Inde	51	144	81	112
Royaume-Uni	1 268	1 907	1 062	1 484	Finlande	43	237	134	186
France	1 106	3 091	1 817	2 454	Philippines	39	14	8	11
Pays-Bas	741	767	425	596	Brésil	38	138	78	108
Arabie saoudite	390	567	319	443	Malte	28	7	4	6
Belgique-Lux	383	558	313	436	Jamaique	23	1	0	0
Espagne	373	753	426	589	Slovénie	22	48	27	38
Autriche	300	825	470	648	Soudan	21	11	6	9
Israel	238	644	366	505	Mexique	18	45	25	35
Egypte	233	451	255	353	Lituanie	15	12	7	10
Suisse	230	827	473	650	Venezuela	14	12	7	9
Hong-Kong	219	57	32	44	Nouv.-Zélande	11	6	4	5
Grèce	214	909	522	716	Pérou	10	7	4	5
Singapour	210	31	17	24	Argentine	10	47	26	37
Japon	175	2 148	1 292	1 720	Chili	9	9	5	7
Danemark	145	372	210	291	Maurice	6	1	1	1
Pologne	139	290	164	227	Côte d'Ivoire	6	3	2	2
Jordanie	137	57	32	45	Colombie	5	11	6	9
Malaisie	122	23	13	18	Estonie	4	5	3	4
Rép. de Corée	113	161	91	126	Uruguay	4	2	1	2
Suède	111	464	264	364	Kenya	4	3	2	2
Canada	104	206	116	161	Bangladesh	4	7	4	6
Tunisie	95	59	33	46	Equateur	4	2	1	1
Thailande	85	50	28	39	Cameroun	3	3	2	2
Pakistan	82	32	18	25	Lettonie	3	7	4	5
Hongrie	78	125	70	98	Islande	2	5	3	4
Rép. Tchèque	75	103	58	81	Trinité-et-Tobago	1	1	0	1
Portugal	70	93	53	73	Guatemala	1	2	1	1
Chine	67	186	105	146	Costa Rica	1	1	1	1
Norvège	66	263	149	206	Zimbabwe	1	1	1	1
Chypre	66	113	64	89	El Salvador	1	1	1	1
Maroc	65	45	25	35	Madagascar	1	1	0	0
Irlande	61	67	37	52	Paraguay	0	1	1	1
Afrique du Sud	56	39	22	31	Bolivie	0	1	0	0
					Honduras	0	0	0	0
					Nicaragua	0	0	0	0
Total 74 marchés	16 809	29 800	16 571	23 185					

Confirmant les résultats précédents, le tableau 4 souligne l'importance du commerce avec l'Allemagne, qui représente 30% du chiffre d'affaires des exportateurs turcs sur les 74 marchés analysés. Le tableau fait également apparaître d'importantes opportunités commerciales sur les marchés américains, italiens, français, japonais, autrichiens, suisses, israéliens et grecs. Par exemple, le commerce de Turquie vers la Grèce s'élevait à 214 millions de $US, contre un potentiel commercial plus de trois fois plus élevé (716 m. $).

La relative faiblesse du commerce de la Turquie vers la Grèce trouve son origine dans des facteurs historiques et politiques. Ces deux économies semblent être des partenaires commerciaux naturels, d'après les déterminants macro-économiques du commerce. Soulignons

en particulier la proximité, l'accès privilégié au marché européen dont bénéficie la Turquie ainsi que des similitudes dans les préférences des consommateurs. L'amélioration du climat politique entre les deux pays a eu une certaine incidence sur le commerce turquo-grec lequel a doublé sur la période 1994-1998, la part de marché de la Turquie passant de 0,8% à 1,3%.

Tableau 4 - Évolution des exportations turques, 1994-1998 (millions $US)

Marché	1994	1995	1996	1997	1998	Croissance annuelle (1994-98), %
Monde	18 106	21 599	23 048	26 245	26 881	10,3
Allemagne	3 934	5 034	5 152	5 253	5 449	7,1
Etats-Unis	1 521	1 513	1 617	2 027	2 229	11,2
Russie	820	1 232	1 495	2 057	1 348	16,4
Italie	1 034	1 456	1 438	1 387	1 555	8,0
Royaume-Uni	889	1 134	1 247	1 511	1 710	17,3
France	851	1 033	1 042	1 163	1 302	10,2
Pays-Bas	621	736	764	779	886	8,0
Belgique-Luxembourg	371	451	488	564	668	14,9
Israël	178	240	254	392	479	28,0
Syrie	254	271	309	269	309	3,9
Pologne	249	272	253	255	291	2,5
Suisse	239	238	275	318	244	3,3
Iran	250	266	296	307	194	-3,6
Grèce	169	210	236	298	369	21,1

Résultats sectoriels

La modélisation par secteur offre un autre regard sur les potentialités commerciales des pays en confrontant la structure actuelle des exportations d'un pays à sa structure simulée ou “ naturelle ”. Le tableau 5 reprend le cas de la Turquie. La colonne “structure simulée ” a été obtenue en plusieurs étapes :

1) calculs des potentiels simulés pour chaque secteur et pour chacun des 74 pays partenaires de la Turquie;

2) agrégation des résultats par secteur (sommation sur les 74 pays partenaires);

3) calcul de la structure sectorielle.

Tableau 5 - Structure des exportations turques

Groupe de produits	Exportations actuelles (m. $US)	Structure actuelle (%)	Structure simulée (%)
Produits agricoles	2 390	14	31
Produits agricoles transformés	922	5	9
Bois, papier, carton	86	1	2
Fibres et textiles	1 896	11	5
Produits chimiques	776	5	16
Cuir et produits en cuir	94	1	2
Métaux et produits manuf. de base	2 414	14	14
Machinerie non-électrique	470	3	4
Produits électroniques	252	2	1
Composants électroniques	645	4	3
Matériel de transport	616	4	1
Vêtements	5 585	33	3
Divers produits manufacturés	472	3	8
Produits pétroliers (non-brut)	190	1	0
Total (pétrole et minerais exclus)	16 809	100	100

En interprétant ces résultats sectoriels, il faut garder en mémoire que les écarts entre commerce simulé et actuel reflètent partiellement les avantages comparatifs. Pour la Turquie, les résultats indiquent une forte spécialisation dans le secteur textile et de l'habillement et une faible part des secteurs agricoles bruts et chimiques dans les exportations. Pour les autres secteurs, la structure simulée est proche de la structure réelle. La faible part des exportations agricoles turques vers l'UE trouve son origine dans le protectionnisme européen pour ces produits et la similarité entre les produits agricoles turcs et ceux des pays méditerranéens de l'UE.

Trois cas d'école : grand pays, pays non-rapporteur, pays en transition

Cette section analyse les potentialités commerciales de trois pays forts différents, tant du point de vue de la taille des économies, de leur localisation géographique, de leur politique commerciale que de leurs ressources. Les trois pays sont choisis en raison des difficultés attendues pour modéliser les exportations potentielles ; il s'agit donc bien de renverser la charge de la preuve en demandant à un modèle gravitationnel de renvoyer des résultats plausibles dans des contextes particulièrement difficiles. Les résultats obtenus illustrent combien l'interprétation des potentiels commerciaux peut s'avérer délicate et à quel point les résultats sectoriels permettent de l'enrichir.

Un grand pays

Nous avons discuté dans la section précédente de l'impact des distances relatives sur l'intensité des flux commerciaux bilatéraux. A cette occasion, la distinction entre flux internes et exportations s'est imposée, un pays commerçant toujours plus avec lui-même qu'avec ses partenaires, toutes choses égales par ailleurs. Cette question prend une importance toute particulière dans le cas des pays très grands[27] ou très petits : à richesse donnée, les flux de commerce extérieur devraient être décroissants dans la superficie des pays. Le potentiel de commerce pourrait donc être sur estimé dans le cas des grands pays et inversement.

[27] Et ceci encore plus dans de grands pays en voie de développement mal dotés en infrastuctures (Limao et Venables, 1999).

Les potentiels commerciaux pour les principaux marchés à l'exportation de la Chine sont présentés dans le graphique 1. Les exportations chinoises totales vers les 74 pays de l'échantillon s'élèvent à environ 192.2 milliards de $US. Ce montant est très proche de la somme des potentiels commerciaux (191.6 milliards). La qualité de l'ajustement est donc bonne, a priori, ce qui ne préjuge pas des résultats par partenaires ; nous appliquons donc les principes de correction détaillées à la section précédente.

Le résultat le plus marquant est l'importance du potentiel commercial de la Chine vers le Japon, égal à 172 milliards de $, approchant à lui seul le montant total des exportations de la Chine. La faiblesse des échanges bilatéraux ne peut s'expliquer par le volume des exportations chinoises vers le marché japonais transitant par Hong Kong. En effet, comme l'indique le tableau 6, ces dernières ne doivent pas être très élevées étant donné le niveau stable et limité du commerce de Hong Kong vers le Japon.

Tableau 6 : Exportations de la Chine et Hong Kong vers le Japon (milliards de $US)

	1994	1995	1996	1997	1998
Chine	21.6	28.5	30.9	31.8	29.7
Hong Kong	1.4	1.5	1.5	1.4	0.8

En réalité, à la lumière des résultats par secteur, il apparaît clairement que la faiblesse relative des échanges sino-japonais s'explique par la spécificité de la structure sectorielle des exportations chinoises.

Graphique 1 - Principaux marchés à l'exportation de la Chine

Le graphique 1 fait également apparaître des potentialités commerciales sur le marché sud-coréen. A l'opposé, il apparaît que les exportateurs chinois sont très performants sur de nombreux marchés, les flux d'échange actuels étant largement supérieurs aux potentiels commerciaux. En tête de liste viennent les Etats-Unis, avec un chiffre d'affaires de 41 milliards pour un commerce "naturel" de 14 milliards.

Le tableau 7 illustre la spécificité de la structure sectorielle des exportations de la Chine. D'après le modèle, la Chine devrait exporter massivement des produits agricoles bruts, à l'inverse de ce

qui est observé. Ce résultat est d'autant plus fort que dans la majorité des pays analysés, la structure simulée des exportations est assez proche de la structure réelle.

Cette analyse sectorielle permet de jeter un regard plus circonspect sur les potentialités commerciales sur le marché japonais. En fait, il apparaît clairement que les flux de commerce, relativement faibles vers le Japon, relèvent d'une double singularité : la Chine a un secteur agricole brut peu tourné vers l'exportation[28] et le marché agricole japonais est très protégé.

Tableau 7 - Structure des exportations chinoises

	Commerce vers le Monde			Commerce vers le Japon		
Secteur	Commerce actuel (m. $US)	Structure actuelle (%)	Structure simulée (%)	Commerce actuel (m.$US)	Structure actuelle (%)	Structure simulée (%)
Produits agricoles bruts	8 331	4	63	3 069	9	71
Produits agricoles transformés	5 739	3	5	2 257	7	4
Bois, papier, carton	2 696	1	1	785	2	1
Fibres et textiles	13 006	7	7	1 804	6	5
Produits chimiques	9 042	5	6	1 298	4	4
Cuir et produits en cuir	20 207	11	1	2 100	6	1
Métaux et produits manuf. de base	14 768	8	9	2 467	8	7
Machinerie non-électrique	6 931	4	1	889	3	1
Produits électroniques	24 349	13	0	2 490	8	0
Composants électroniques	13 523	7	1	1 689	5	0
Matériel de transport	2 503	1	0	286	1	0
Vêtements	33 203	17	2	10 011	31	2
Divers produits manufacturés	37 393	19	3	3 393	10	3
Produits pétroliers (non-brut)	558	0	0	45	0	0
Total (pétrole et minerais exclus)	192 249	100	100	32 583	100	100

[28] On retrouve un secteur agricole peu tourné vers l'extérieur pour l'autre pays très peuplé de l'échantillon : l'Inde (la part du secteur 1 dans les exportations vaut 17% contre 67% pour les exportations simulées). Même si l'Inde et la Chine sont caractérisées par une faible surface arable par tête, ceci ne suffit pas à expliquer la faiblesse des exportations de produits agricoles de ces pays. En effet, 20% des pays de l'échantillon (comme l'Egypte ou l'Indonésie) présentent des taux de surface arable par tête plus faibles que la Chine et l'Inde et leurs exportations agricoles sont relativement plus importantes. Rappelons enfin que la surface arable par tête a été testée et que son apport au modèle ne s'est pas révélé significatif.

Un pays non rapporteur

Le calcul de potentiels commerciaux pour une économie comme le Sénégal (portefeuille à l'exportation peu diversifié[29], faible volume du commerce total) reste également un exercice périlleux. Cependant, les résultats obtenus - tant du point de vue des marchés de destination que de la structure des échanges - semblent tout à fait plausibles.

Le graphique 2 présente les flux d'échanges actuels et les potentiels commerciaux (« commerce simulé » dans le graphique) du Sénégal vers ses principaux marchés à l'exportation. Les données du commerce actuel sont basées sur les déclarations à l'importation des pays partenaires du Sénégal. Ce graphique illustre de nombreux aspects.

L'Union Européenne est de loin le marché le plus important pour les exportateurs sénégalais (parmi les marchés couverts par le modèle[30]). Mais la taille, la proximité et d'autres caractéristiques macro-économiques du marché européen suggèrent qu'il existe encore d'importantes opportunités commerciales à exploiter.

Au sein de l'UE, les partenaires privilégiés sont de loin la France et l'Italie, avec un commerce actuel supérieur à celui simulé par le modèle. L'Espagne vient en troisième place. Soulignons également que les plus importantes potentialités commerciales sont détectées sur les marchés allemands et britanniques. Le commerce vers la Belgique et les Pays-Bas apparaît également en deçà des potentialités sur la base des mêmes critères.

Il est symptomatique de noter que les marchés grecs et portugais précèdent en importance les marchés belges, hollandais et allemands dans le chiffre d'affaires des exportateurs sénégalais. Ce phénomène reflète la spécificité des exportations du Sénégal (produits de la mer) et des préférences des consommateurs grecs et portugais (grands consommateurs de produits de la mer et notamment de rougets).

Le modèle met en évidence un grand potentiel commercial inexploité sur le marché américain (absent du graphique, commerce actuel de US$ 5 millions, potentiel commercial de US$ 38 millions). Dans ce cas précis, le modèle pose la question des justifications de l'absence relative des produits sénégalais sur le marché américain (canaux de distribution, préférences des consommateurs, concurrence du poisson nord-américain, barrières tarifaires et non-tarifaires, critères de qualité, etc.) et constitue un point de départ essentiel pour toute analyse plus détaillée du commerce entre le Sénégal et les Etats-Unis. On notera encore des flux commerciaux actuels en deçà des potentialités pour le Canada (pays concurrent pour les exportations de poisson) et la Suisse.

Le tableau 8 donne des résultats par secteur. Le résultat le plus marquant réside dans les bonnes performances à l'exportation du secteur des produits agricoles transformés. Ce secteur est bien plus développé (34% des exportations nationales) que ne l'indiquent les caractéristiques macro-économiques du pays (10% des exportations nationales selon le modèle). Selon ces dernières, le secteur 1 (produits agricoles bruts) aurait dû peser bien plus dans les exportations sénégalaises.

En résumé, ces écarts démontrent que le Sénégal a exploité avec succès une partie de ses avantages comparatifs en développant une industrie agro-alimentaire. De bonnes performances à l'exportation sont également observées pour le secteur des produits chimiques (en particulier les

---

[29] Pour des pays présentant un portefeuille à l'exportation peu diversifié, le calcul de potentiels commerciaux peut se faire sur la base d'une analyse des flux commerciaux par produits. Cette approche, qui relève davantage du domaine micro-économique, consiste à identifier les produits pour lesquels l'offre à l'exportation d'un pays est susceptible de rencontrer la demande à l'importation d'un autre pays. Cette approche est complémentaire à l'approche macro-économique et s'avère très utile pour l'étude des potentialités commerciales entre pays en développement (voir notamment Roelofsen et Srivastava, 1993).

[30] D'autres marchés importants du Sénégal comme le Mali ou la Mauritanie ne sont pas pris en compte dans le modèle principalement à cause de données manquantes.

engrais). Au contraire, les vêtements, les produits métalliques et le bois, carton et papier pourraient être développés. Concernant ce dernier secteur, ce résultat est attendu et reflète un désavantage comparatif (le Sénégal étant peu doté en ressources forestières). Pour les vêtements au contraire, des opportunités de développement du secteur existent étant donné les traditions locales, la disponibilité de matière première (coton sénégalais ou de la région) et l'abondance de main d'œuvre.

Tableau 8 - Structure des exportations sénégalaises

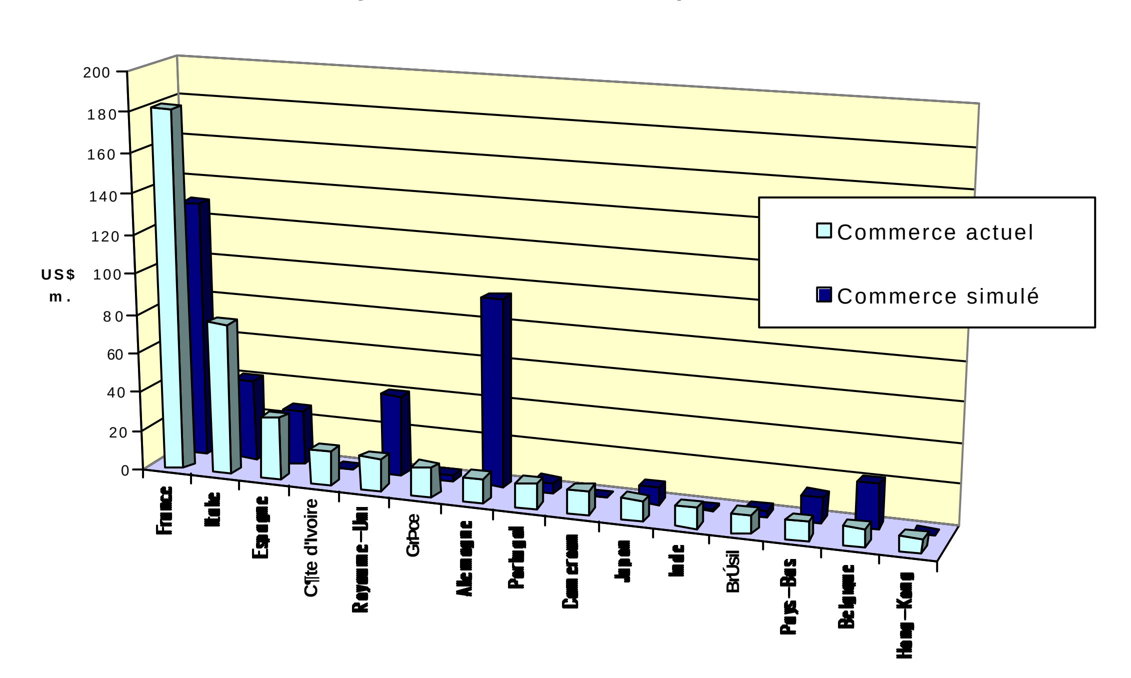
Secteur	Commerce actuel (m. $US)	Structure actuelle (%)	Structure simulée (%)
Produits agricoles bruts	251	54	81
Produits agricoles transformés	158	34	10
Bois, papier, carton	1	0	2
Fibres textiles	3	1	1
Produits chimiques	28	6	1
Cuir et produits en cuir	3	1	0
Métaux et autres manufacturés de base	0	0	1
Machinerie non-électrique	4	1	0
Appareils électroniques	3	1	0
Composants électroniques	1	0	0
Matériel de transport	1	0	0
Vêtements	1	0	2
Divers manufacturés	6	1	1
Produits pétroliers transformés	4	1	0
Total (hors minéraux bruts)	463	100	100

* Principaux produits : poisson frais et surgelé, fruits de mer, coton

** Principaux produits : poisson fumé, séché, préparé, conserves, sucre huile arachide

Graphique 2 : Principaux marchés à l'exportation du Sénégal (millions $US)

Sénégal. Marchés actuels et potentiels



Un pays en transition

L'analyse des potentialités commerciales de la Pologne a fait l'objet de nombreuses analyses (cf. le réexamen de ce débat dans Fontagné *et al.,* 1999). Sans entrer dans ce débat, nous illustrons brièvement la sensibilité des résultats à la spécification retenue.

Le tableau 9 donne les flux de commerce vers les principaux pays partenaires ainsi que les potentialités commerciales estimées selon deux modèles différents. Ainsi, la dernière colonne présente les potentiels commerciaux calculés à partir du modèle OCDE – Monde[31].

Pour la plupart des marchés représentés dans le tableau 9, les potentiels commerciaux sont très différents[32]. En particulier, pour l'Allemagne - premier marché de la Pologne – les résultats sont très contrastés. Le modèle OCDE-Monde suggère que les exportateurs polonais sont sur-spécialisés sur le marché allemand, avec des flux de commerce plus de quatre fois supérieurs aux potentiels commerciaux. Le modèle Sud-Monde indique par contre que les flux actuels sont du même ordre de grandeur que les potentiels commerciaux. Ainsi, considérer la Pologne comme un pays en développement conduit à effacer un résultat ayant fait l'objet d'un large débat dans la littérature sur commerce et transition.

Les résultats pour d'autres marchés de l'Union Européenne comme la France, l'Italie ou les Pays-Bas montrent que les potentiels commerciaux ne sont pas encore atteints (selon le modèle Sud-Monde). Les flux commerciaux plus récents (pour 1998) semblent confirmer ces résultats, avec une nette augmentation des échanges par rapport à 1995-1996.

Certains résultats concernant la Pologne illustrent le fait que d'autres déterminants clés du commerce comme les flux d'investissements directs ne sont pas pris en compte dans nos modèles. Ces déterminants permettraient sans doute d'expliquer le poids des exportations polonaises à destination de la République Tchèque (1 milliard de $ d'échanges en 1998 contre 250 millions de $ de potentiel commercial).

[31] Les paramètres de l'équation du commerce total figurent en Annexe 3. Les variables retenues sont les mêmes que dans le modèle Sud-Monde, mis à part les variables muettes d'accords de libre-échange. Les paramètres estimés (les élasticités) sont sensiblement différents pour certaines variables. Le PIB du pays exportateur a moins d'effet sur le commerce que dans l'autre modèle tandis qu'au contraire le PIB/tête du pays exportateur a plus d'effet sur le commerce que dans l'autre modèle. On note aussi que l'éloignement des marchés a moins d'effets restrictifs sur le commerce.

[32] A l'exception des Etats-Unis.

Tableau 9 - Principaux marchés à l'exportation de la Pologne (millions de $US) et potentiel calculé avec deux échantillons d'estimation différents

Pays importateur	Commerce actuel		Potentiel commercial	
	1995-1996	1998	Echantillon Sud-Monde	Echantillon OCDE-Monde
Allemagne	7 980	10 200	7 445	1 930
Italie	1 225	1 660	2 287	995
France	1 028	1 330	3 169	1 332
Pays-Bas	973	1 350	1 012	483
Royaume-Uni	885	1 100	2 009	933
Etats-Unis	640	770	1 613	1 419
Danemark	587	780	854	360
République tchèque	572	1 020	246	116
Suède	511	675	867	388
Belgique-Luxembourg	486	715	671	359
Autriche	354	553	1 494	531
Espagne	251	390	465	336
Hongrie	224	470	188	96
Lituanie	190	430	41	25
Norvège	170	230	397	230
Finlande	167	255	356	199
Thailande	155	32	17	35
Suisse	154	211	844	436
Somme sur les 74 pays de l'échantillon	18 081	23 200	26 076	12 777

Conclusion

Les modèles gravitationnels séduisent par leur pouvoir explicatif les rendant indispensables pour de nombreuses applications empiriques. La pluralité de théories potentiellement sous-jacentes, aux hypothèses souvent antinomiques, a comblé le vide conceptuel initial en même temps qu'elle jetait un doute sur les véritables fondements d'une relation vérifiée de façon aussi systématique.

Pour autant, les conditions pratiques d'application des principes gravitaires aux commerce international sont moins évidents que l'on veut bien le croire généralement. En particulier, l'application de ces principes à des économies présentant de fortes spécificités, comme les économies en développement, pose des problèmes difficiles.

L'objet de cet article était de souligner ces difficultés et de proposer une modélisation adaptée au contexte des exportations de ces pays. Cet exercice a montré que l'interprétation des résidus s'avérait souvent délicate et qu'une correction pouvait s'avérer nécessaire. Parallèlement, il est apparu qu'un travail systématique pouvait être entrepris au niveau sectoriel, dès lors que celui-ci n'était pas trop fin. Les potentiels de commerce reflètent alors pour une grande part les spécialisations des pays dont ils donnent une image «en négatif » : un développement des échanges au-delà de ce que le modèle prévoit est le signe d'un avantage débouchant sur une forte spécialisation.

Remerciements

Cet article s'est enrichi de discussions avec les représentants de nombreux pays en développement, lors des séminaires sur la recherche stratégique de marchés organisés par le Centre du Commerce International (CNUCED-OMC), ainsi que des remarques de Matthieu Crozet et Thierry Mayer. Les remarques d'un rapporteur nous ont été également très utiles. Nous assumons les erreurs pouvant subsister.

Références

Aitken N. (1973), " The effect of the EEC and EFTA on European trade: a temporal cross-section analysis " *American Economic Review*, 63: 881-892.

Anderson J.E. (1979), "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation", *American Economic Review*, 69: 106-116.

---------------- (2000), "Why Do Nations Trade (So Little) ", *Pacific Economic Review*, 5, (2): 115-134.

Anderson J.E., Wincoop Van E. (2001), "Gravity with Gravitas : A Solution to the Border Puzzle", *NBER Working Paper*, 8079.

Balassa B., Bauwens L. (1987), "Intra-industry Specialization in a Multi-country and Multilateral Framework", *The Economic Journal*, 97: 923-939.

Bayoumi T., Eichengreen B. (1995), "Is regionalism simply a diversion? Evidence from the evolution of the EC and EFTA", *NBER Working Paper*, 5283.

Bénassy-Quéré A., Fontagné L., Lahreche-Revil A. (2000), "Exchange Rate Strategies in the Competition for Attracting FDI", *Document de travail CEPII,* 99-16.

Bergstrand J.H. (1985), "The Gravity Equation in International Trade : Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence", *Review of Economics and Statistics*, 67: 474-481.

--------------------(1989), "The Generalized Gravity Equation, Monopolistic Competition, and the Factor-Proportions Theory of International Trade", *Review of Economics and Statistics*, 23:143-153.

------------------- (1990), "The Heckscher-Ohlin-Samuelson Model, the Linder Hypothesis and the Determinants of Bilateral Intra-Industry Trade", *The Economic Journal*, 3: 1216-29.

Bikker J. (1987), "An international trade flow model with substitution: an extension of the gravity model", *Kyklos*, 40: 315-337.

Bouët A. (2000), "La mesure des protections commerciales nationales", *Document de Travail CEPII*, 2000-15.

Brada J., Mendez J. (1983), "Regional economic integration and the volume of intra-regional trade: a comparison of developed and developing country experiences", *Kyklos*, 36: 589-603.

Breuss F., Egger P. (1997), "The Use and Misuse of Gravity Equations in European Integration Research", *WIFO Working Paper*, 97-93.

Castilho M. (1999), "Protection et accès au marché européen : le cas du Mercosur". *Thèse de Doctorat*, Université Paris I, juillet.

Deardorff A. V. (1995), "Determinants of Bilateral Trade : Does Gravity Work in a Neoclassical World ? ", *University of Michigan Discussion Paper*, 382.

------------------- (1998) "Does Growth Encourage Factor Price Equalization?", *University of Michigan Discussion Paper*, 431.

Eaton J., Tamura A. (1994), "Bilateralism and regionalism in Japanese and US trade and direct foreign investment patterns" *NBER working paper,* 4758.

Egger P. (1999), "A Note on the Proper Econometric Specification of the Gravity Equation", *WIFO Working Paper*, 99-108.

Engel C., Rose A.K. (2001), "Currencies Union and internaitonal Integration", *CEPR Discussion Paper*, 2659.

Erkel-Rousse H., Mirza D. (2000), "Import Price-Elasticities: Reconsidering the Evidence", *mimeo*, Université Paris I.

Ethier W.J. (1974), "Some of the Theorems of International Trade with Many Goods and Factors", *Journal of International Economics*, 4: 199-206.

Evenett S., Keller W. (1998), "On Theories Explaining the Success of the Gravity Equation", *NBER Working Paper*, 6529.

Feenstra R.C., Markusen J.A., Rose A.K. (2001), "Understanding the Home Market Effect and the Gravity Equation: the Role of Differentiating Goods", *Canadian Journal of Economics*, 34(2), forthcoming.

Fontagné L., Péridy N. (1995), "Uruguay Round et pays en développement : le cas de l'Afrique du Nord", *Revue Economique*, 46(3): 703-715.

Fontagné L., Freudenberg M., Péridy N. (1998), "Commerce international et structures de marché : une vérification empirique", *Economie et Prévision*, 135: 147-167.

--- (1998-b), "Intra-Industry Trade and the Single Market: Quality Matters", *CEPR Discussion Paper,* 1959.

Fontagné L. (1999), "Spécialisation et asymétrie des chocs en union monétaire", *Revue Française d'Economie*, 14(2): 107-162.

Fontagné L., Pajot M. (1999), "Investissement Direct à l'Etranger et échanges extérieurs: un impact plus fort aux Etats-Unis qu'en France" *Economie et Statistiques*, 326-327: 31-52.

Fontagné L., Freudenberg M., Pajot M. (1999), "Le potentiel d'échanges entre l'Union européenne et les PECO : un réexamen", *Revue Economique*, 50(6): 1139-1168.

Frankel J.A., Wei S.J. (1993), "Trade Blocs and Currency Blocs", *NBER Working Paper*, 4335.

Freudenberg M:, Gaulier G: and Ünal-Kesenci D. (1998), "La régionalisation du commerce international", *Economie Internationale*, 74: 15-41.

Fujita M., Krugman P., Venables A.J. (1999), *The Spatial Economy ; Cities, Regions and International Trade*, MIT Press, Cambridge.

Fung K.C, Lau L.J. (1998), "A Price-Based Empirical Test of the Reciprocal Dumping Model", *mimeo*, Stanford University.

Haveman J., Hummels D. (1998), "Trade Creation and Trade Diversion: New Empirical Results", *Journal of Transnational Management Development*, 3(2) : 47-72.

--------------------------------(1999), "Alternative Hypotheses and the Volume of Trade : Evidence on the Extent of Specialization", *mimeo*, Purdue University.

Havrylyshyn O., Pritchett L. (1991), "European Trade Patterns after the Transitions", *PRE Working Paper Series,* 748, World Bank.

Head K., Mayer T. (2000), "Non-Europe: the Magnitude and Causes of Market Fragmentation in the EU", *Weltwirtschaftliches Archiv*, 136(2): 285-314.

-------------------- (2000-b), "Everything You Always Wanted to Know About CES (but were afraid to ask)", *mimeo*, University of British Columbia.

Helpman E., Krugman P. R. (1985), *Market Structure and Foreign Trade,* Wheatsheef Boods, Harvester Press, MIT.

Henderson J.V., Shalizi Z. et Venables A. J. (2000), "Geography and Development", *mimeo*, London School of Economics.

Hummels D. (1998), "Towards A Geography of Trade Costs", *mimeo*, University of Chicago, July.

Hummels D., Levinsohn J. (1995), "Monopolistic Competition and International Trade: Reconsidering the Evidence", *Quarterly Journal of Economics*: 799-836.

Krugman P. (1980) "Scale economies, product differentiation and the pattern of trade ", *American Economic Review*, 70(5): 950-959.

Krugman P. (1991), "The Move toward Free Trade Zones ", *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review*, November: 5-25

Lassudrie-Duchêne B. (1971), "La demande de différence et l'échange international," Cahiers de l'ISEA, *Economies et Sociétés*, série relations internationales, 6.

Leamer E.D. (1987), "Path of Developement in the Three-Factor n-Good General Equilibrium Model," *Journal of Political Economy*, 95(5): 961 999.

Limao N., Venables A.J. (2001) "Infrastructure, Geographical Disadvantage Transport Costs and Trade", mimeo, http://econ.les.ac.uk/staff/ajv/

Linnemann H. (1966) *An Econometric Study of International Trade Flows*, Amsterdam, North-Holland.

Matyas L., (1997), "Proper Econometric Specification of the Gravity Model", *World Economy*, 20(3): 363-368.

Matyas L., (1998), "The Gravity Model: Some Econometric Considerations", *World Economy*, 21(3): 397-401.

McCallum J. (1995), "National Borders matter: Canada-US Regional Trade Patterns", *American Economic Review*, 35(6): 1295-1309.

Messerlin P. (2000), *Measuring the Cost of Protection in Europe*, Washington D.C., Institute for International Economics, à paraître.

Oliveira-Martins J., Scarpetta S., Pilat D. (1996), "Comportement de taux de marge, structure de marché et cycle économique", *Revue Economique de l'OCDE*, 27: 81-120.

Portes R., Rey H. (2000), "The Determinants of Cross-Border Equity Flows : The Geography of Information", *mimeo*, London School of Economics.

Roelofsen H. et Srivastava S. (1993), "Promoting intraregional trade: a strategic approach for developing countries", *International Trade FORUM*, 3: 7-12.

Rose A. K. (2000), "One Money, One Market", *Economic Policy*, 15(30): 7-46.

Rozanski et Yeats, (1994), "On the (in)accuracy of economic observations : An assessment of trends in the reliability of international trade statistics", *Journal of Development Economics*, 44: 103-130.

Sanso M., Cuarian R., Sanz F. (1993), "Bilateral trade Flows, the Gravity Equation, and Functional Form", *Review of Economics and Statistics*: 266-275.

Soloaga I., Winters L.A. (1999) "How Has Regionalism in the 1990s Affected Trade", *World Bank Policy Research Working Paper*, 2156.

Tinbergen J. (1962), *Shaping the World Economy : Suggestions for an International Economic Policy*, New York, The Twentieth Century Fund.

Wei S.J. (1996), "Intra-National Versus International Trade; How Stubborn are Nations in Global Integration? ", *NBER Working paper*, 5939.

Annexe 1 - Échantillon de pays (modèle Sud-Monde)

	Pays exportateurs hors-OCDE	Code iso	Pays OCDE	Code iso	Pays exportateurs hors-OCDE hors échantillon	Code Iso
1	Argentine	ARG	Australie	AUS	Algérie	DZA
2	Bangladesh	BGD	Autriche	AUT	Rép. Dém. Congo	COD
3	Bolivie	BOL	Belgique-Lux.	BEL	Rép. Dominicaine	DOM
4	Brésil	BRA	Canada	CAN	Fidji	FJI
5	Chili	CHL	Suisse	CHE	Gabon	GAB
6	Chine	CHN	Allemagne	DEU	Ghana	GHA
7	Colombie	COL	Danemark	DNK	Liban	LBN
8	Cameroun	CMR	Espagne	ESP	Malawi	MWI
9	Costa Rica	CRI	Finlande	FIN	Mozambique	MOZ
10	Chypre	CYP	France	FRA	Myanmar	MMR
11	Rep. Tchèque	CZE	Royaume-Uni	GBR	Nigeria	NGA
12	Équateur	ECU	Grèce	GRC	Papouasie N. Guinée	PNG
13	Égypte	EGY	Irlande	IRL	Sénégal	SEN
14	Estonie	EST	Italie	ITA	Sri Lanka	LKA
15	Guatemala	GTM	Japon	JPN	Syrie	SYR
16	Honduras	HND	Pays-Bas	NLD	Tanzanie	TZA
17	Hongrie	HUN	Norvège	NOR	Ouganda	UGA
18	Islande	ISL	Nouv. Zélande	NZL	Émirats Arabes Unis	ARE
19	Inde	IND	Portugal	PRT	VietNam	VNM
20	Indonésie	IDN	Suède	SWE	Zambie	ZMB
21	Israël	ISR	Etats-Unis	USA		
22	Côte d'Ivoire	CIV	Hong Kong	HKG		
23	Jamaïque	JAM				
24	Jordanie	JOR				
25	Kenya	KEN				
26	Rép. Corée	KOR				
27	Lettonie	LVA				
28	Lituanie	LTU				
29	Madagascar	MDG				
30	Malaisie	MYS				
31	Malte	MLT				
32	Maurice	MUS				
33	Mexique	MEX				
34	Maroc	MAR				
35	Nicaragua	NIC				
36	Pakistan	PAK				
37	Paraguay	PRY				
38	Pérou	PER				
39	Philippines	PHL				
40	Pologne	POL				
41	Arabie Saoudite	SAU				
42	Singapour	SGP				
43	El Salvador	SLV				
44	Slovénie	SVN				
45	Soudan	SDN				

46 47 48 49 50 51 52 53	Thaïlande Trinidad et Tobago Tunisie Turquie Uruguay Venezuela Zimbabwe Union Douanière d’Afrique du Sud	THA TTO TUN TUR URY VEN ZWE ZAF		

Annexe 2 - Ajustement des flux de commerce

Nous avons établi une règle homogène, la “règle des deux tiers ”, basée sur le fait généralement admis que les statistiques à l’importation sont plus fiables que les statistiques à l’exportation. Formellement, le flux d’échange du pays *i* vers le pays *j* est calculé comme une moyenne pondérée des flux déclarés par le pays exportateur *i* (poids de 1/3) et par le pays importateur *j* (poids de 2/3). Dans certains cas, il a fallu procéder à des ajustements supplémentaires, lorsqu’il existait des écarts très importants ou que les données manquaient. Ces ajustements sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Ajustements particuliers par couple d’observation

Poids du Pays imp. % (*)	Code iso pays importateur	Code iso pays exportateur	Poids du Pays imp. %(*)	Code iso pays importateur	Code iso pays exportateur	Poids du Pays imp. %(*)	Code iso pays importateur	Code iso pays exportateur
33.3	ECU	AUS	33.3	HND	FRA	33.3	EGY	JPN
33.3	LVA	AUS	33.3	IND	FRA	33.3	EST	JPN
33.3	SVN	AUS	33.3	JOR	FRA	33.3	MAC	JPN
33.3	HUN	AUT	33.3	MAC	FRA	33.3	POL	JPN
33.3	JAM	AUT	33.3	MAR	FRA	33.3	SDN	JPN
33.3	BOL	BEL	33.3	MDG	FRA	33.3	SVN	JPN
33.3	LVA	BEL	33.3	MUS	FRA	33.3	TUN	JPN
33.3	MAR	BEL	33.3	PAK	FRA	33.3	URY	JPN
33.3	CHE	BOL	33.3	URY	FRA	33.3	CHN	MEX
33.3	LTU	CAN	33.3	VEN	FRA	33.3	CHL	NLD
33.3	SVN	CAN	33.3	ECU	GBR	33.3	DEU	NLD
33.3	EST	CHE	33.3	EGY	GBR	33.3	HND	NLD
33.3	KOR	CHE	33.3	HND	GBR	33.3	LVA	NLD
33.3	ECU	CHN	33.3	LVA	GBR	33.3	GRC	NOR
33.3	EGY	CHN	33.3	MAC	GBR	33.3	IDN	NOR
33.3	GTM	CHN	33.3	MAR	GBR	33.3	IND	NOR
33.3	HUN	CHN	33.3	URY	GBR	33.3	LVA	NOR
33.3	KEN	CHN	33.3	VEN	GBR	33.3	MAR	NOR
33.3	PRY	CHN	0	SGP	IDN	33.3	MLT	NOR
33.3	VEN	CHN	100	IDN	SGP	33.3	SAU	NOR
33.3	EGY	DEU	33.3	ZAF	ISL	33.3	TUN	NOR
33.3	HUN	DEU	33.3	CHL	ISR	33.3	CZE	NZL
33.3	MAR	DEU	33.3	IDN	ISR	33.3	ZWE	NZL
33.3	EGY	DNK	33.3	IND	ISR	33.3	CHE	PER
33.3	MAC	DNK	33.3	JOR	ISR	33.3	IDN	PRT
33.3	PHL	DNK	33.3	PER	ISR	33.3	IND	PRT
33.3	VEN	DNK	33.3	EGY	ITA	33.3	SGP	PRT
33.3	EGY	ESP	33.3	GTM	ITA	33.3	VEN	SWE
33.3	MLT	ESP	33.3	JOR	ITA	33.3	CYP	USA
33.3	URY	ESP	33.3	MLT	ITA	33.3	EST	USA
33.3	MAC	FIN	33.3	PRY	ITA	33.3	HND	USA
33.3	PHL	FIN	33.3	URY	ITA	33.3	LVA	USA
33.3	BGD	FRA	33.3	VEN	ITA	33.3	MUS	USA
33.3	CRI	FRA	33.3	CHN	JOR	33.3	PRY	USA
33.3	ECU	FRA	33.3	BOL	JPN	33.3	SDN	USA
33.3	EGY	FRA	33.3	CZE	JPN	33.3	SVN	USA
						33.3	CHN	ZAF

Note : (*) Poids des statistiques du pays importateur (le poids des statistiques du pays exportateur étant égal

à 100% - poids des statistiques du pays importateur)

Annexe 3 - Estimation des paramètres, par secteur

Paramètres du modèle Sud-Monde

Secteur	R^2	constante	Yi	Yj	yi	yj	DijR	Lij	LOME	COMES	ANDEAN	CACM	CARICOM
1	0.62	-24.3389	1.1675	1.0612	-0.5205	0.3163	-1.4843	0.5312	1.2033	1.3580	(0.5734)	2.4792	4.2592
2	0.62	-29.3904	1.2185	0.8359	0.2873	0.2886	-1.5701	0.9231	1.9482	1.6453	2.2663	3.7397	6.8934
3	0.57	-26.2526	1.0682	0.7895	0.2518	0.0924	-1.7887	0.4231	1.1995	1.0271*	1.1887**	2.7776	5.4456
4	0.63	-27.6179	1.5208	0.7529	-0.1437	0.1541	-1.4391	0.8948	(0.0535)	1.8032	0.9510*	2.7049	(1.3710)
5	0.69	-31.1900	1.4533	0.8986	0.6464	-0.1418	-1.5704	0.9271	-0.5694	1.4555	1.0311**	3.6027	6.2426
6	0.61	-27.3513	1.2618	0.7371	-0.071**	0.3189	-1.2211	0.5054	-1.1648	1.4149	0.8295*	3.6272	4.4791
7	0.68	-31.7824	1.5553	0.8776	0.4226	(-0.0009)	-1.5635	0.7364	(-0.2532)	1.2757	1.9991	3.3901	5.9659
8	0.66	-30.5827	1.3485	0.7996	0.6571	-0.0827	-1.4201	0.7346	(0.0958)	1.2366	0.8900*	2.3450	4.2193
9	0.58	-31.8165	1.3044	0.6285	0.6792	0.2499	-1.0316	0.6923	(-0.3347)	1.6664	(-0.6043)	1.9022	(1.0667)
10	0.61	-31.3286	1.3372	0.6794	0.6669	0.1398	-1.2827	0.7663	-1.0452	0.9985*	(0.3481)	3.6519	5.9440
11	0.57	-28.1046	1.2674	0.6125	0.4334	0.1062	-1.4397	0.4482	-0.479**	1.2285**	1.0280*	1.7604	(2.4137)
12	0.59	-29.0062	1.1306	0.6902	(-0.0059)	0.7106	-1.3080	0.7193	0.4682*	1.4451	(0.5056)	2.2159	3.9141**
13	0.69	-31.7240	1.3516	0.7582	0.4490	0.3423	-1.3097	1.1110	(0.0050)	1.6796	1.0136**	3.4557	5.4234
14	0.36	-17.8206	0.5301	0.5362	0.2085	-0.0919	-1.8201	0.225**	-0.497**	(0.0393)	1.2644**	(0.2323)	7.2128
Total	0.76	-28.1310	1.3332	1.0534	0.2616	0.1866	-1.4046	0.8343	1.6043	1.4909	1.0037	2.8232	5.6887

Paramètre du modèle OCDE-Monde

Secteur	R2	constante	Yi	Yj	yi	yj	DijR	Lij	EU
Total	0.85	-23.5220	1.0110	0.8440	0.4480	0.1680	-0.78	0.6950	0.3160

Légende :
Niveau de probabilité de signification:
Par défaut, tous les coefficients sont significativement différents de 0 (probabilité de signif. de 1%).
**: significativement différents de 0 (probabilité de signif. de 5%).
*: significativement différents de 0 (probabilité de signif. de 10%).
(~): non significativement différents de 0 (probabilité de signif. de 10%).

Annexe 4 - Variables muettes d'accords préférentiels

Les différentes variables muettes testées sont décrites ci-dessous, les variables retenues (apport significatif au modèle) sont indiquées en gras.

1- Blocs commerciaux : La variable vaut 1 si les deux pays considérés appartiennent au bloc, 0 autrement.

Variables	Définition
ACM	Arab Common market
ANDEAN	**Andean Pact**
ASEAN	ASEAN
CACM	**Central America Common Market**
CARICOM	**Carribean Community and Common Market**
CEFTA	Central European FTA
COMESA	**Common Market for Eastern and Southern Africa**
ECOWAS	ommunity of West African States
EFTA	European Free Trade Agreement (AELE)
EU	European Union (UE)
GCC	Gulf Cooperation Council
MERCOSUR	MERCOSUR
NAFTA	NAFTA (ALENA)
UDEAC	Union Douanière des Etats d'Afrique Centrale

2- Autres accords (bilatéraux-unilatéraux) préférentiels: La variable vaut 1 si le pays exportateur bénéficie d'un accès privilégié sur le marché concerné, et 0 autrement.

Variables	Définition
AAEU	Accords préférentiel vers l'UE pour les pays de CEFTA, de EFTA ainsi que Malte et Chypre.
BARCA	Accords UE-Méditerranée (pays de l'accord de Barcelone de1995, indépendamment de la mise en place ou non des accords de libre-échange: ces pays bénéficient de fait d'un accès privilégié à l'UE, à caractère unilatéral). Maghreb, Turquie et Israel vers l'UE.
EFTAAA	Accords pays EFTA et CEFTA
ANDCAR	Accords bilatéraux entre pays de ANDEAN et CARICOM.
LOME	**Accords de Lomé**